

M U N I
S C I

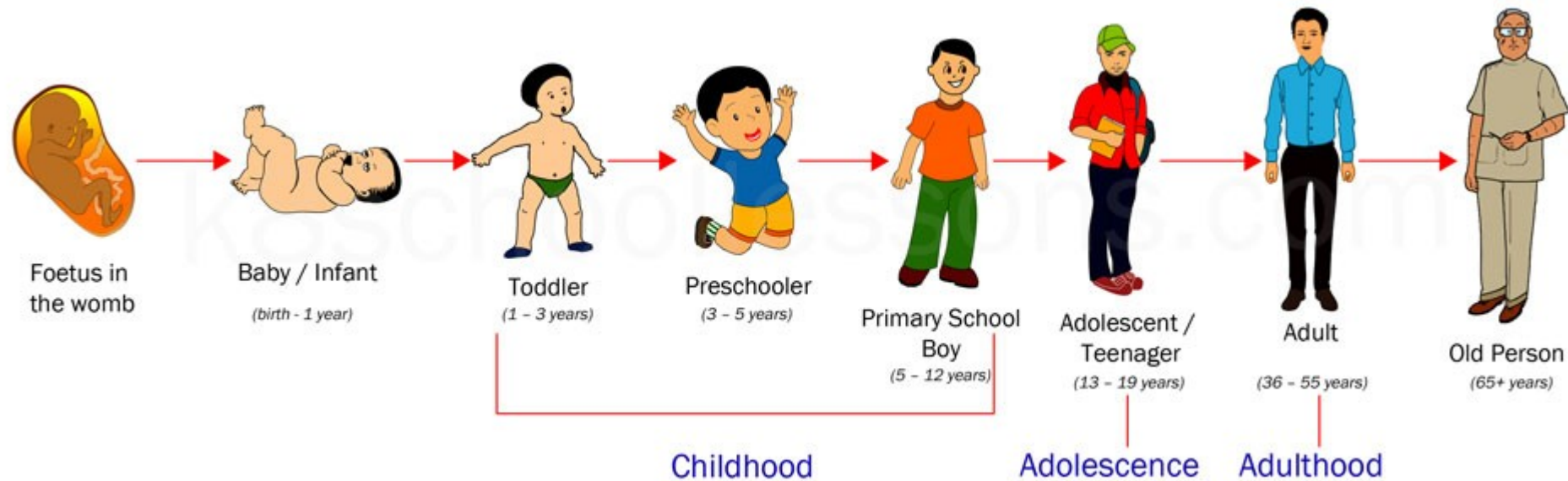
Růst a vývoj, stárnutí

Julie Dobrovolná, RECETOX

Výstupy učení

- 1) Růst a vývoj: definice
- 2) Poruchy růstu.
- 3) Srovnávací fyziologie.
- 4) Růstová fyziologie - principy, růstová křivka, faktory ovlivňující růst.
- 5) Růstový hormon & somatomediny
- 6) Stárnutí

Co je to růst? Co je to vývoj?



Růstová a vývojová období

□ Růstová a vývojová věková období

- 1) Zygota - velmi 1. fáze života vytvořená po oplodnění (spojení vajíčka a spermií)
- 2) Embryo - prvních 8 týdnů po oplodnění
- 3) Plod - 8. týden do narození
- 4) Novorozenci - od narození do 1 měsíce
- 5) Kojenec - od 2. měsíce do 1 roku.
- 6) Batole - 1 rok až 3 roky
- 7) Předškolní zařízení - 3 roky až 6 let.
- 8) Střední dětství - 6 let 12 let
- 9) Pozdní dětství nebo dospívání - 13 až 18 let.

Růst

Definovali např. Todd, Huxley, Meridith etc

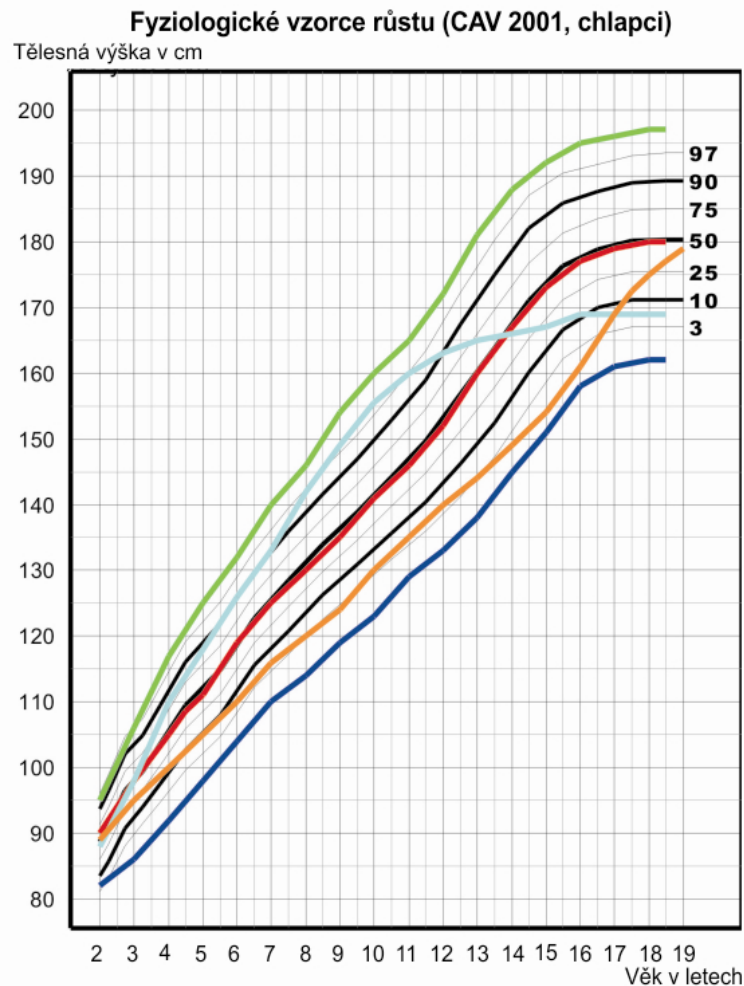
Růst člověka (humánní růst) je proces změny velikosti lidského těla a souvisejících anatomických a fyziologických změn v průběhu vývoje lidského jedince. Všechny organismy se během svého života ontogeneze vyvíjejí, z dítěte se postupně stává dospělý člověk. Po rodičích a jejich předcích dědíme i genetické vlohy pro budoucí tělesnou výšku. Výška rodičů však určuje pouze určitý rámec, v jehož mezích se výška dítěte může pohybovat, dospělou výšku ovlivňují i další důležité faktory, především výživa, hormony a stavba kostry. Růst kosti do délky je umožněn růstem chrupavčité části kosti - růstové ploténky. Její zánik je spojen s přeměnou chrupavky v kost během puberty, růst kosti je tím ukončen.

Auxologie

Biomedicínským oborem, který se komplexně zabývá růstem a vývojem člověka, je auxologie („auxó“ je řecky *rostu*). Celosvětově dnes všeobecně akceptovaným konceptem humánního růstu je trojkomponentní „ICP model růstu“ (*Infancy - Childhood - Puberty*) švédského auxologa Karlberga, příznačně též označovaný jako sendvičový (obr. 1 - ICP model růstu). Střed růstového „sendviče“ u člověka tvoří dětství („C“), období pravidelného „klidného“ (lineárního) růstu. Dětství je obklopeno dvěma odlišnými, sobě si však podobnými etapami růstu: infantní („I“) a pubertální („P“). Obě tato období charakterizuje intenzivní tělesný růst a obdobná hormonální situace (= *zvýšené hladiny pohlavních hormonů*). Infantní etapa růstu („I“) je pokračováním nitroděložního růstu, trvá přibližně do jednoho a půl roku u dívek a do dvou let u chlapců (= novorozenci, kojenci a mladší batolata).

Auxologie II

Nejpomaleji rosteme na konci dětské růstové periody, tedy těsně před nástupem puberty. Pro růst v dětství (= 35 % z celkového růstu) je zcela nezbytně důležitý dostatek růstového hormonu. Dospívání (*adolescence*) je spojeno s pubertální komponentou růstu („P“); v tomto třetím období růstu zdraví jedinci získávají posledních 15 % své konečné výšky a dosahují pohlavní zralosti. Vedle výživy a dostatku růstového hormonu jsou v tomto období pro růst chlapců a dívek zcela nezbytné pohlavní hormony.



- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —

1/ Pravidelný růst v průměrných percentilových pásmech = v souladu s růstovým dědičným potenciálem (RDP) a s průměrným časem nástupu puberty.

2/ Konstituční urychlení růstu a puberty = časná ukončení růstu těla do výšky, časná puberta a prepubertálně nesoulad s RDP. Změna percentilového pásma po pubertě v souladu s RDP (nižší percentilová pozice mezi dospělými než v období před pubertou).

3/ Konstituční opoždění růstu a puberty = prodloužené období růstu tělesné výšky, pozdní puberta a prepubertálně nesoulad s RDP. Změna percentilového pásma po pubertě v souladu s RDP („vylepší“ růstového pozice oproti období před pubertou).

4/ Familiárně vysoká postava = pravidelný růst v nejvyšších percentilových pásmech v souladu s nadprůměrným RDP a s průměrným časem nástupu puberty.

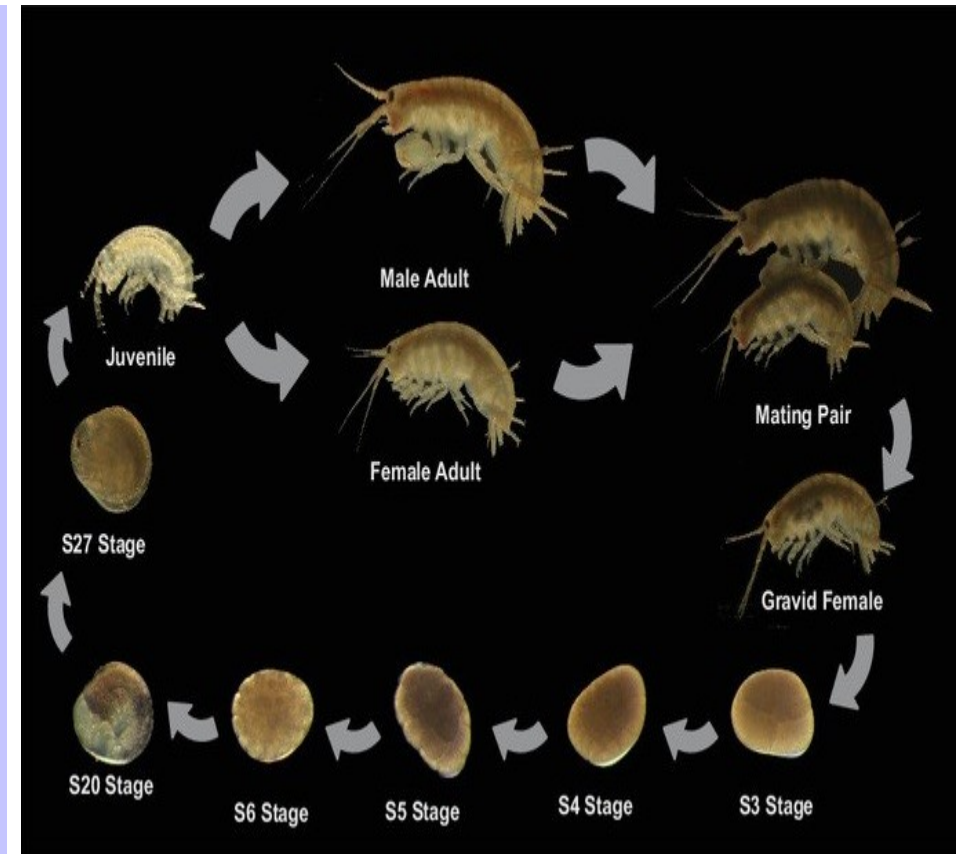
5/ Familiárně malá postava = pravidelný růst v nejnižších pásmech percentilů v souladu s podprůměrným RDP a s průměrným časem nástupu puberty.

(RDP = růstový dědičný potenciál)

Obr. č. 4: Normální (fyziologické) růstové vzorce

Vývoj

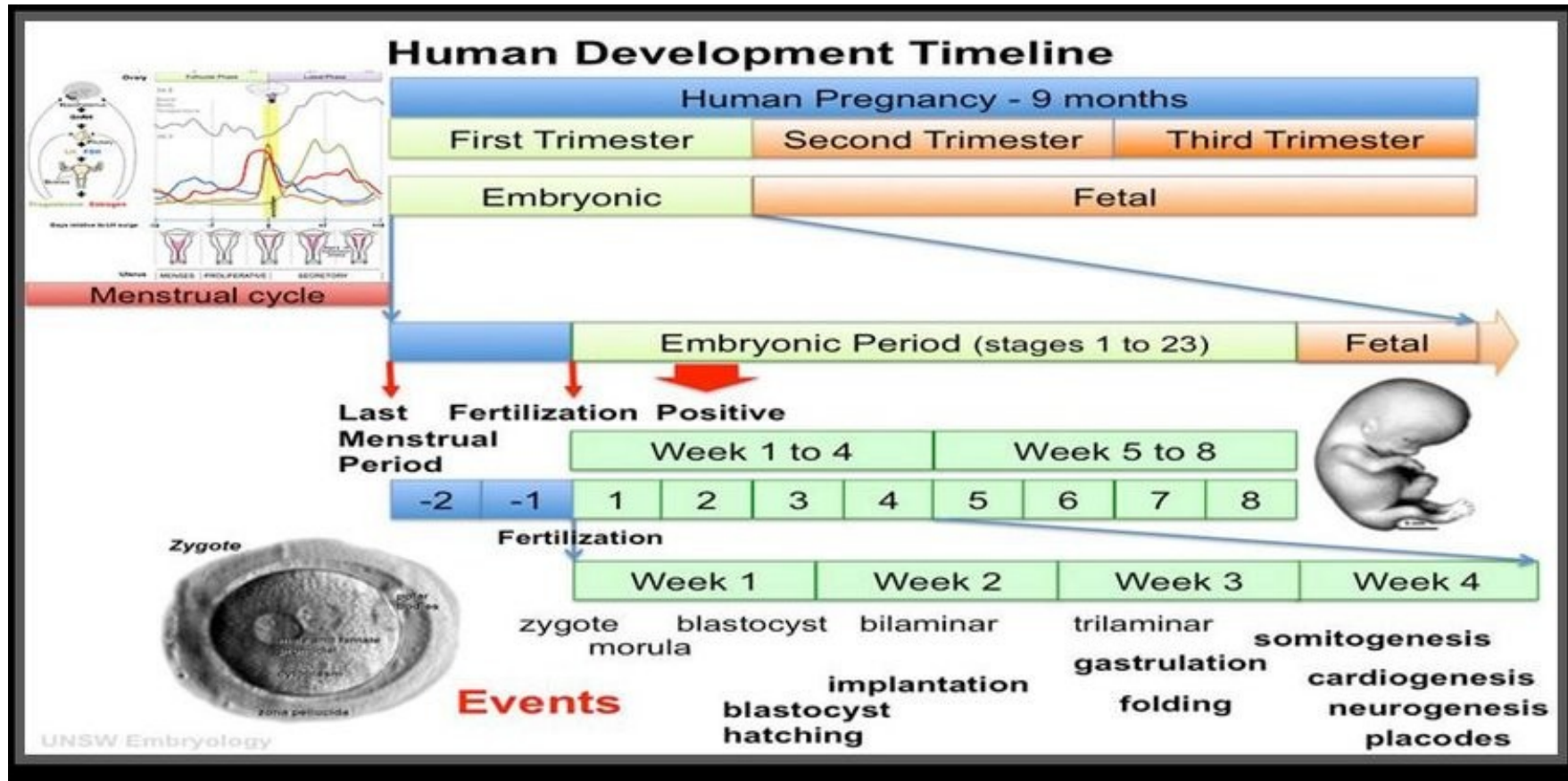
- Definovali např. Todd, Hurlock, J.E.Anderson etc
- Celková změna uspořádání organismu, změna struktury a funkce umožňující např. provádění komplexnějších činností a sofistikovanější adaptaci na okolní prostředí
- Nárůst složitosti organismu



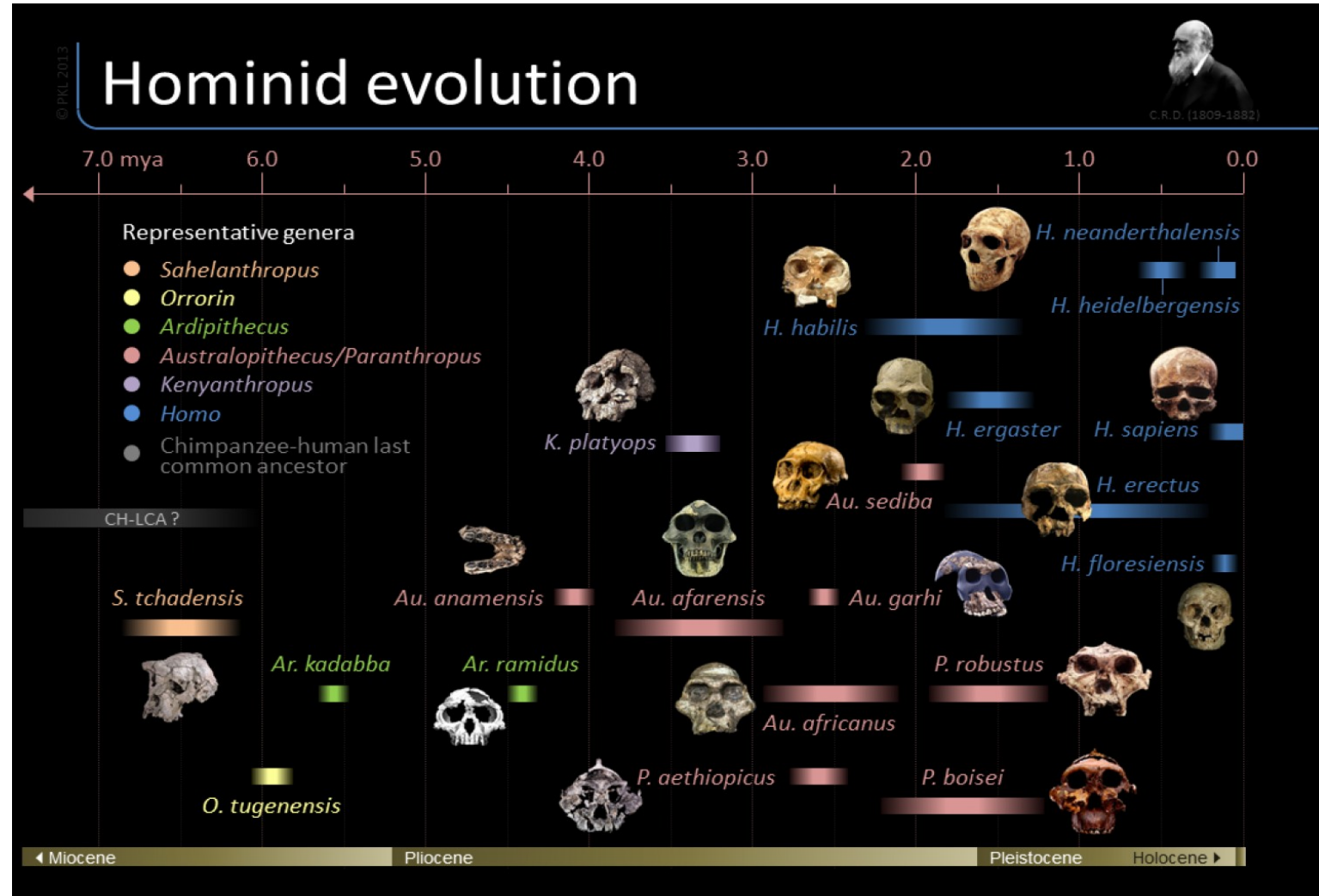
Rozdíly mezi růstem a vývojem

S. No	Growth	Development
1	Qualitative	Quantitative
2	Objectively observed & measured	It cannot be measured.
3	It does not continue throughout life span. Stops after maturation.	It is continuous in all areas of mental activity.
4	It is one aspect of development.	It is complex and many sided.
5	It occurs in different parts.	changes in the organisms.
6	It is not directional.	It is progressive and sequential.
7	It is not uniform in all the parts.	Rate of development is not uniform.
8	Individual differences exist.	Children differs in the level of devp.
9	It is not affected by learning.	Learning & experience affects.
10	Growth may or not lead to development.	Development is integrative. Devp in one aspects promotes the devp in other aspects.

Časová osa lidského vývoje



Vývoj hominidů?



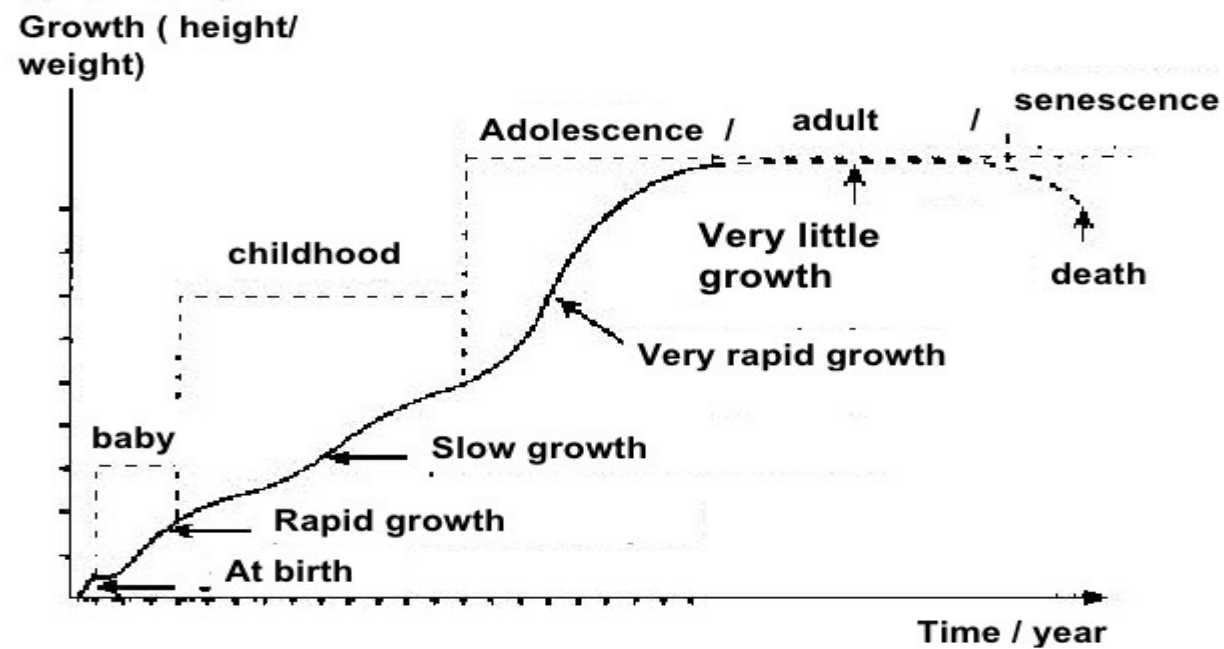
Proč?

- Růst a vývoj jsou inherentní vlastnosti živých organismů.



Rozdíl mezi dítětem a dospělým

- Velikost
- Zralost funkcí



Noble prize in Physiology & Medicine-1986



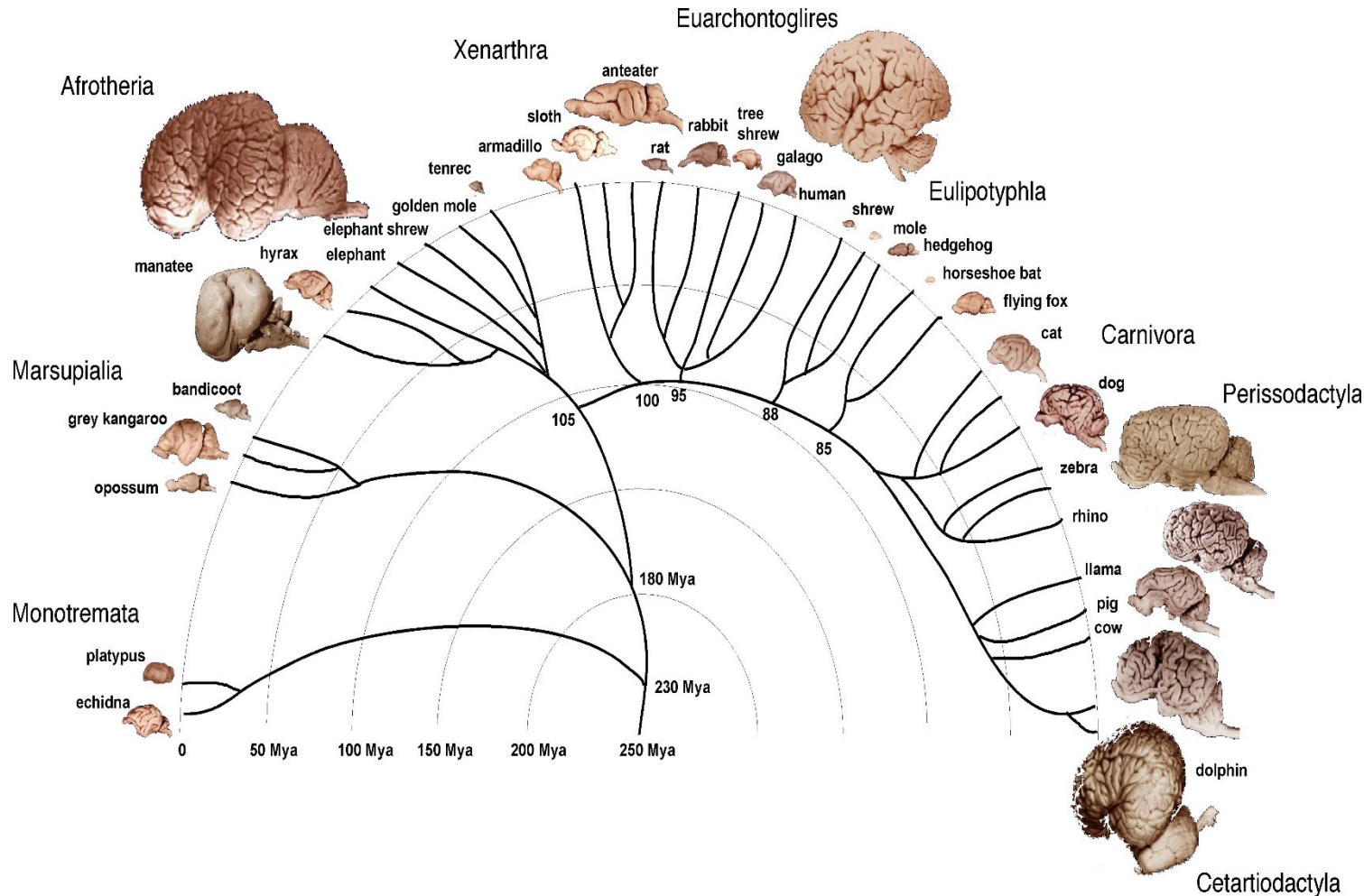
Stanley Cohen



Rita Levi-Montalcini

Za příspěvek k
objevu růstových
faktorů

Komparativní fyziologie

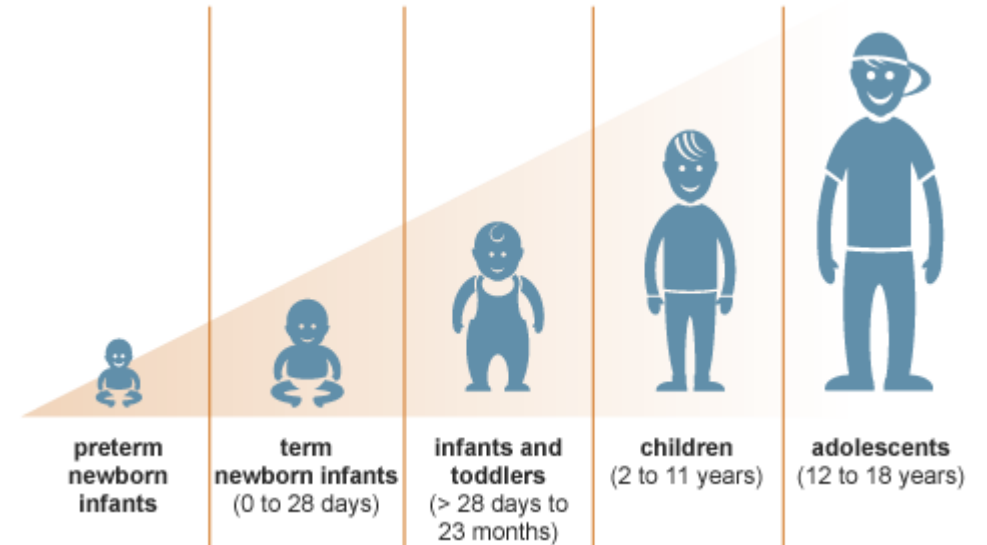


BLASTULA VERSUS BLASTOCYST

BLASTULA	BLASTOCYST
An animal embryo at the early stage of development when it is a hollow ball of cells	The mammalian blastula in which some differentiation of cells has occurred
Occurs in animals	Occurs in mammals
The outer cell layer: Blastomeres	The outer cell layer: Trophoblast
Does not contain an inner cell mass	Contains an inner cell mass
Blastomeres or the blastoderm is pluripotent	The inner cell mass is pluripotent
	Visit www.PEDIAA.com

Vývoj u lidí

- Ve srovnání např. s laboratorním potkanem je vývoj u člověka nehomogenní a různě akcelerovaný
- Komplexní fenomén zahrnující
 - Vývoj mentální
 - Vývoj fyzický
 - Vývoj reprodukční
 - Vývoj imunitního systému

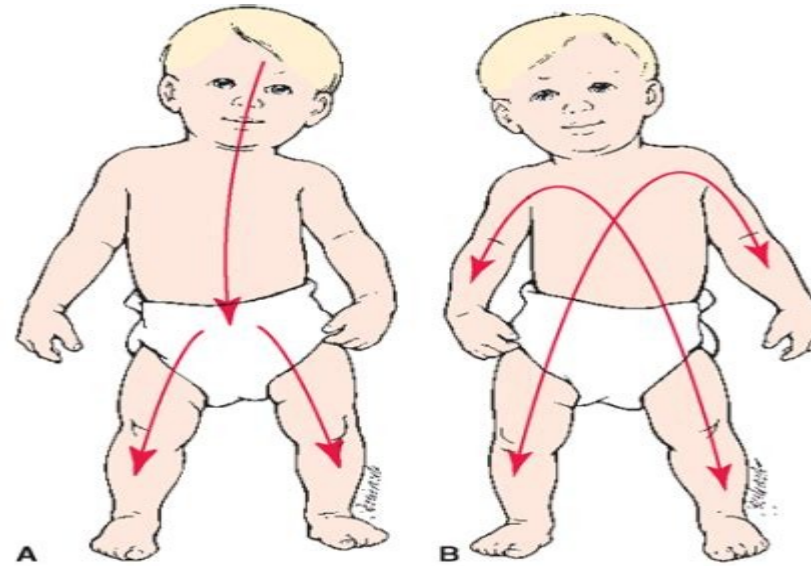


Principy růstu a vývoje

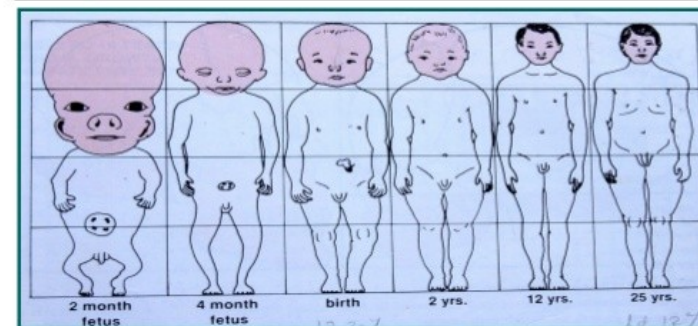
- Cephalokaudální růst
- Proximodistální růst
- Směrem z obecného do specifického

Cefalokaudální růst

- Proces cefalokaudálního růstu je směřován od hlavy směrem ke kostrči
- Zlepšení struktury i funkce tedy nastává primárně v oblasti hlavy, poté se přesouvá do oblasti trupu a nakonec do oblasti končetin



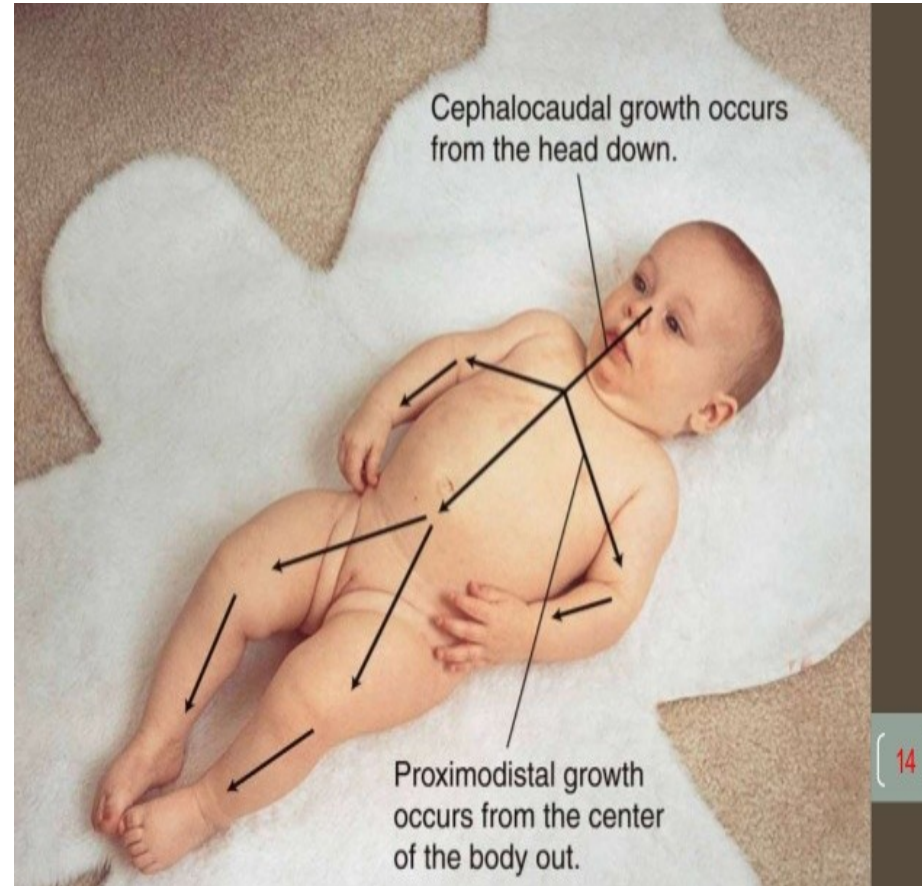
Cephalocaudal Gradient of Growth



- ❖ Fetal head size - 50% of total body length.
- ❖ Head&face size - 30%
- ❖ Adult head size - 12%

Proximodistální růst

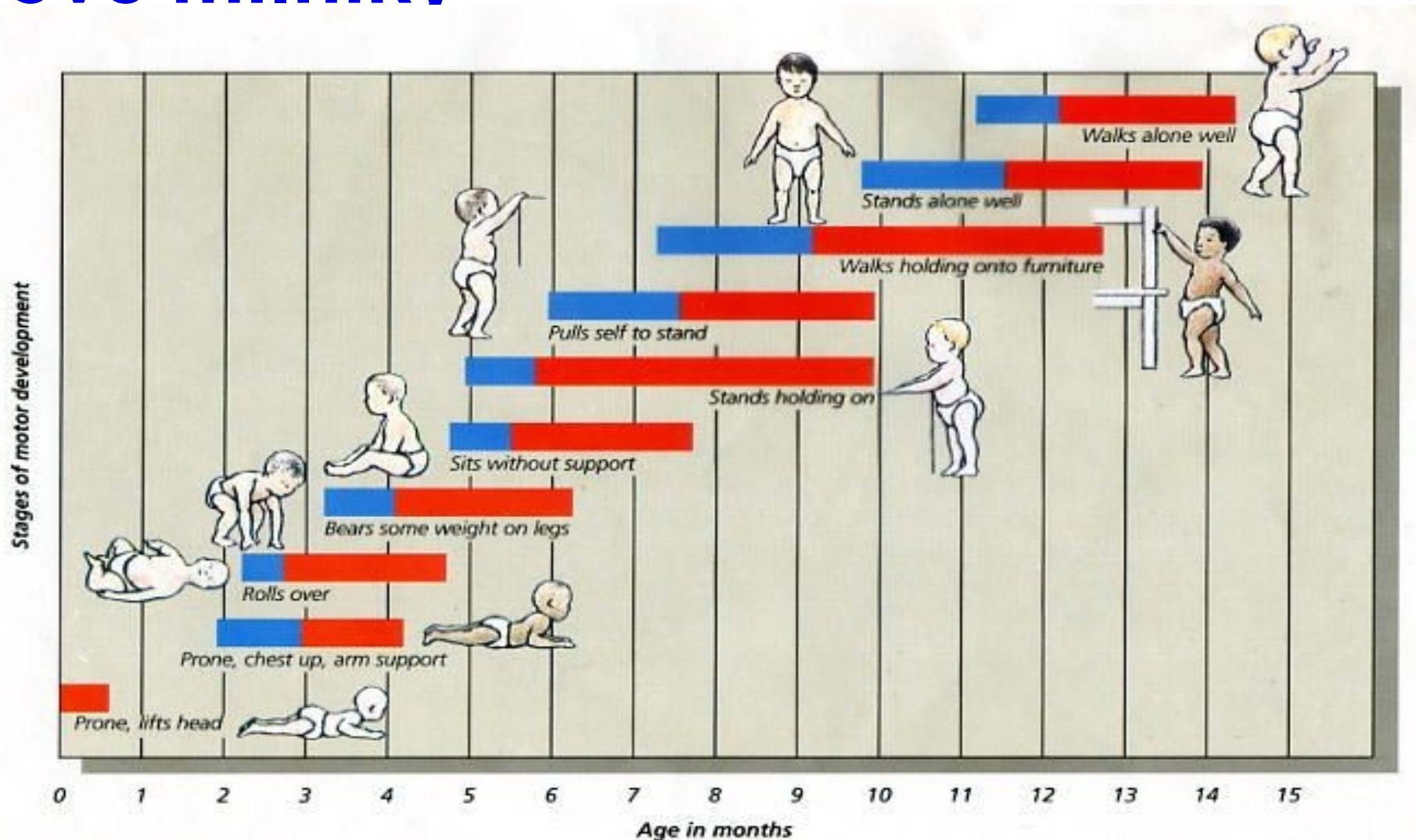
- Růst probíhá od centra či středové čáry směrem do periferie
- Růst probíhá od středové čáry do laterálnějších oblastí



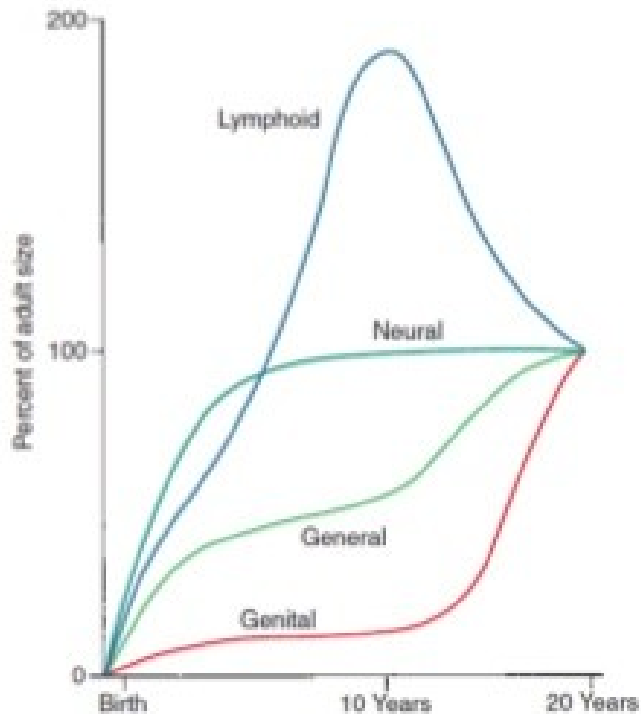
Od obecného ke specifickému

- Děti užívají k řešení problému své kognitivní schopnosti i jazykové dovednosti
- Děti jsou nejprve schopny uchopovat větší objekty oběma rukama, potom jednou rukou, potom sbírat velmi malé objekty (kousíčky lega) jednou rukou
- Děti jsou nejprve schopny držet tužku, poté kreslit trojúhelníčky, poté jiné tvary, poté samostatná písmena, poté psát slova, poté psát celé věty

Vývoiové milníky



Scammonova křivka

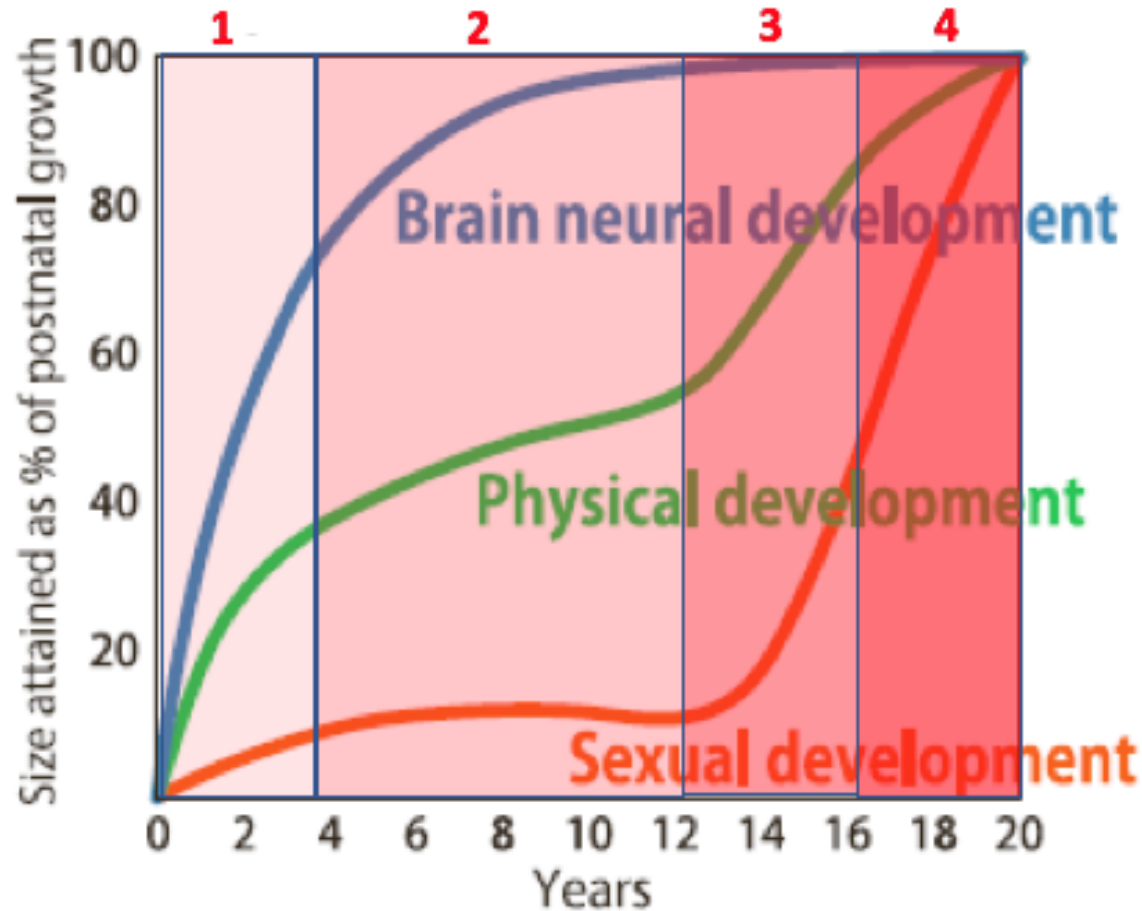


Scammon's Curve

- *Graphic representation for Differential growth which tells us that each tissue grows at different rate.*
 - Growth of the neural tissues is nearly complete by 6 or 7 years of age.
 - Growth of general body tissues which include muscles, bones & viscera show "S shaped curve" have slow rate of growth during childhood and accelerated rate of growth during puberty.

SARANG SURESH HOTCHANDANI

Scammonova křivka a čtyři fáze vývoje



Four phases of growth:

1 - rapid gain in infancy and early childhood

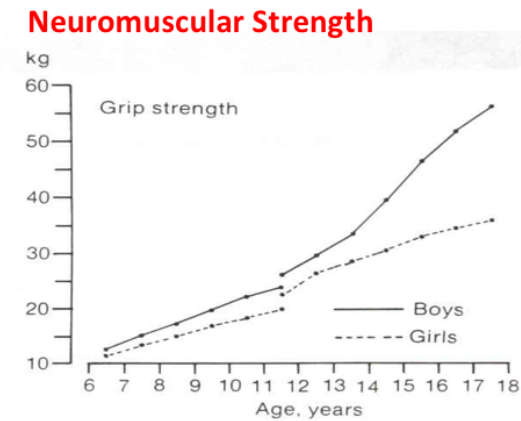
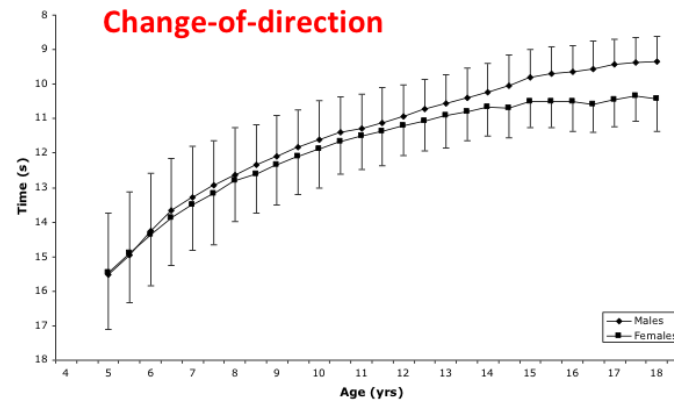
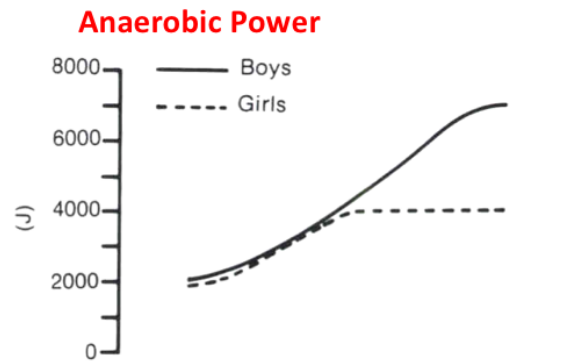
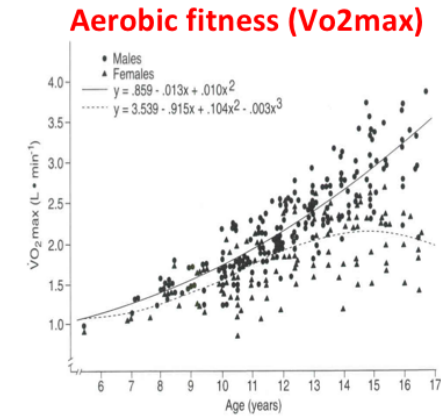
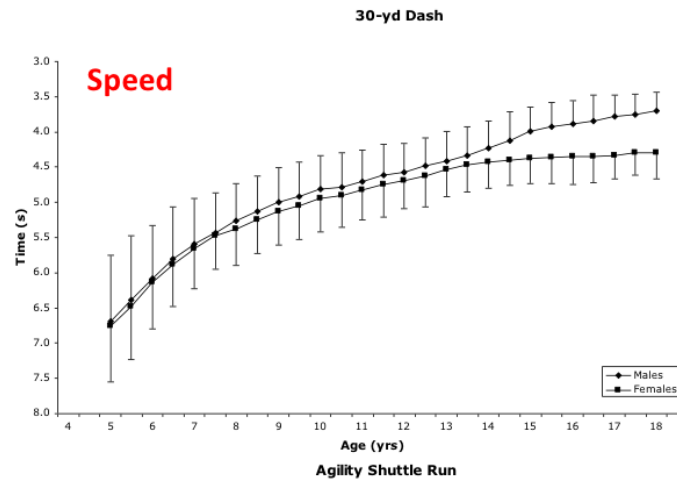
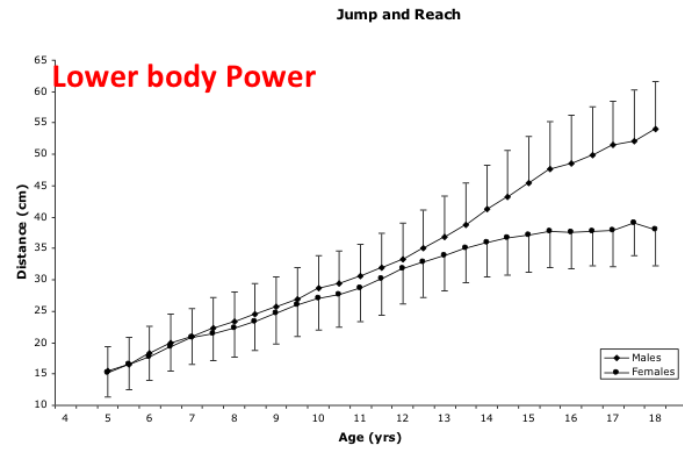
2 - steady gain during mid-childhood

3 - rapid gain during the adolescent spurt

4 - slow increase until growth ceases with the attainment of adult stature (but not mass)

5) possible post-adolescent spurt (e.g., Scotty Pippen, Dennis Rodman, others)

Scammonova křivka: specificky



Fáze vývoje dle Scammona

Fáze 1: Současně s rychlým růstem v mozku a nervovém systému dochází také k rychlému fyzickému vývoji v prvních několika letech života, než se začne zpomalovat na stabilní růst během středního až pozdního dětství (**Fáze 2**).

Nejlépe je to vidět na křivce rychlosti růstu, ale průměrná rychlost růstu ve výšce je přibližně 5-6 cm ročně ve věku mezi 4-5 lety, přičemž poté dochází k akceleraci s nástupem adolescentního růstového spurtu (10 cm v průměru u dívek a 12 cm u chlapců). U některých lidí se může růst ve věku 7-8 let téměř zastavit, aby opět přešel do pubertální akcelerace.

Fáze vývoje dle Scammona

Během fází růstu 1 a 2 se pohlavní hormony - jmenovitě testosteron a estrogen - a pohlavní orgány probudily, ale zůstávají neaktivní, dormantní, dokud se „neprobudí“ jádro, shluk neuronů v hypotalamu, které jsou odpovědné za stimulaci uvolňování gonadotropinu. Masivní uvolňování růstového hormonu vede k pubertálnímu růstovému spurtu (Fáze 3). Puberta je charakteristickou událostí během lidského života. Jak uvádí Reiter a Lee v časopise *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*: „Puberta je období přechodu mezi dětstvím a dospělostí, během kterého dochází k růstovému spurtu, objevují se sekundární sexuální charakteristiky, začíná plodnost a dochází k hlubokým psychologickým změnám.“

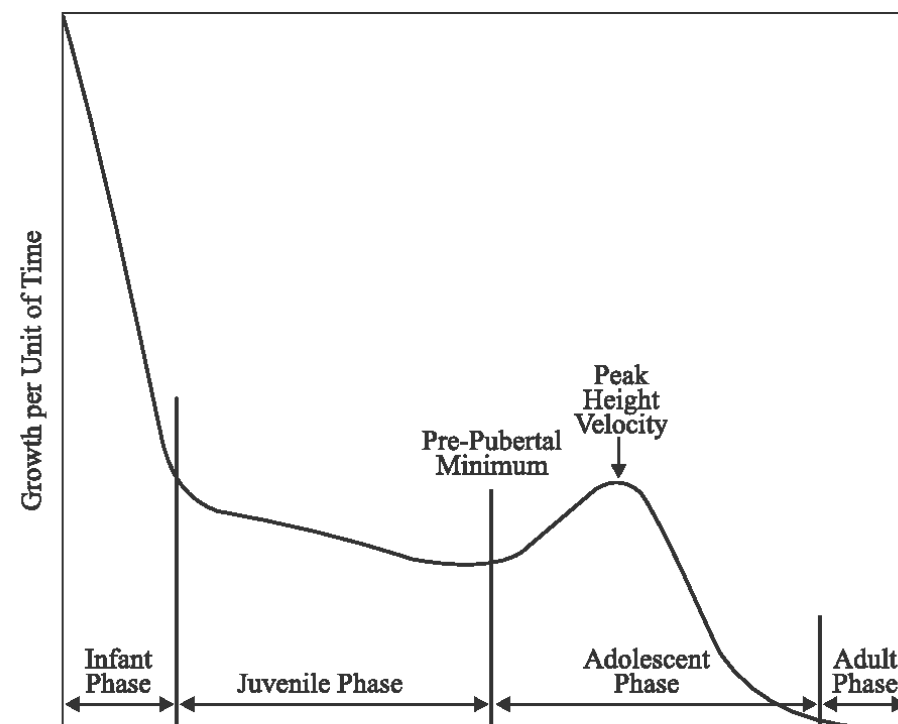
Fáze rychlého růstu

Vyskytuje se v kojeneckém věku (narození - 3 roky)

- Infantilní růstový spurt.
- Tento rychlý růst je charakterizován nárůstem porodní hmotnosti na **dvojnásobek do 6 měsíců věku** a **trojnásobek do 1 roku věku** a **čtyřnásobek do 2 let věku**.

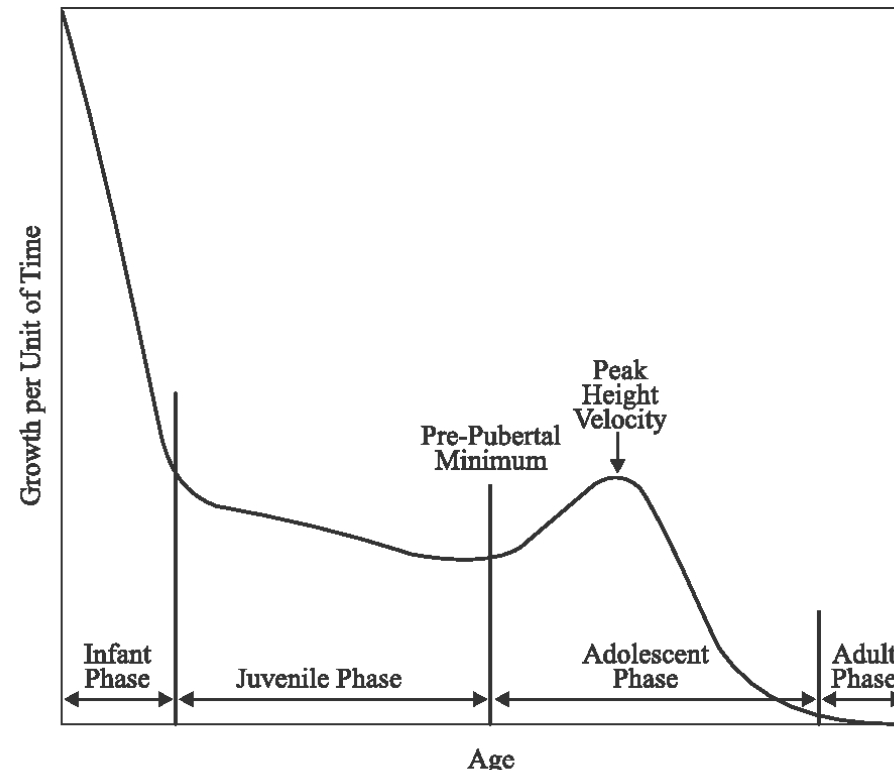
Zvýšení výšky o 2 cm - 2,5 cm za měsíc v 1. roce postnatálního života.

Na konci druhého roku života je dosaženo 30% dospělé výšky.



Fáze pomalého progresivního růstu

- Uskutečňuje se ve věku od 3 do 10 let.
- Chlapci jsou o něco vyšší než dívky.
- Na konci 10 let je dosaženo 60% dospělého růstu.



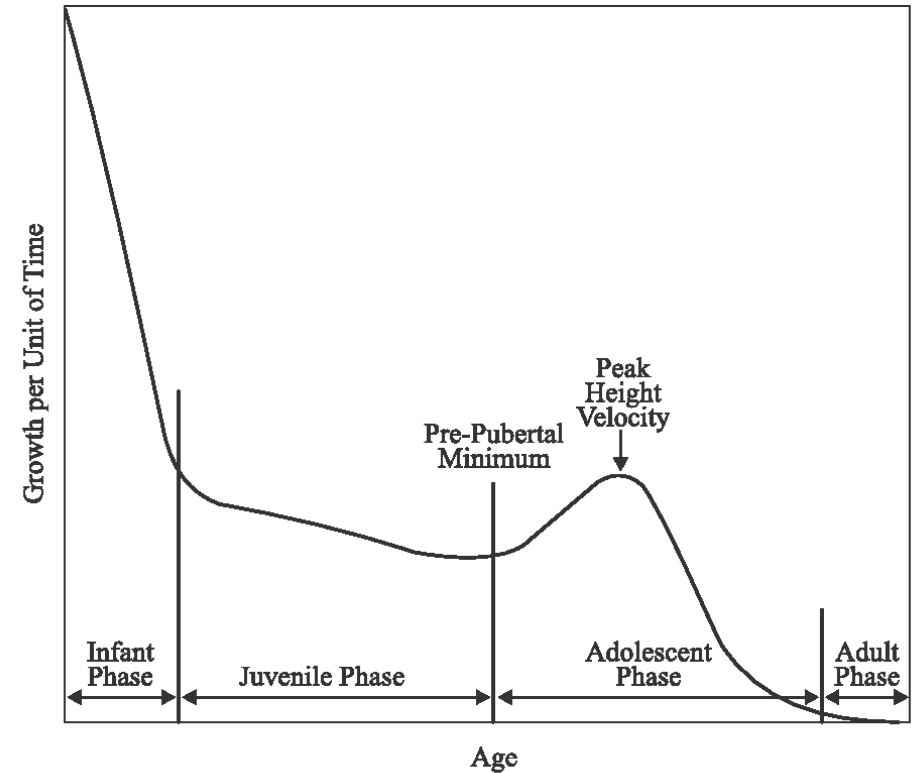
Druhá akcelerace růstu

Uskutečňuje se ve věku 10-16 let.

- Pubertální růst.
- Přírůstek hmotnosti je přibližně 3,5 kg / rok mezi 12-16 lety a výšky 4-7 cm / rok.
- Průměrný věk pubertálního růstu je u dívek je 12-14 let a u chlapců 14-16 let

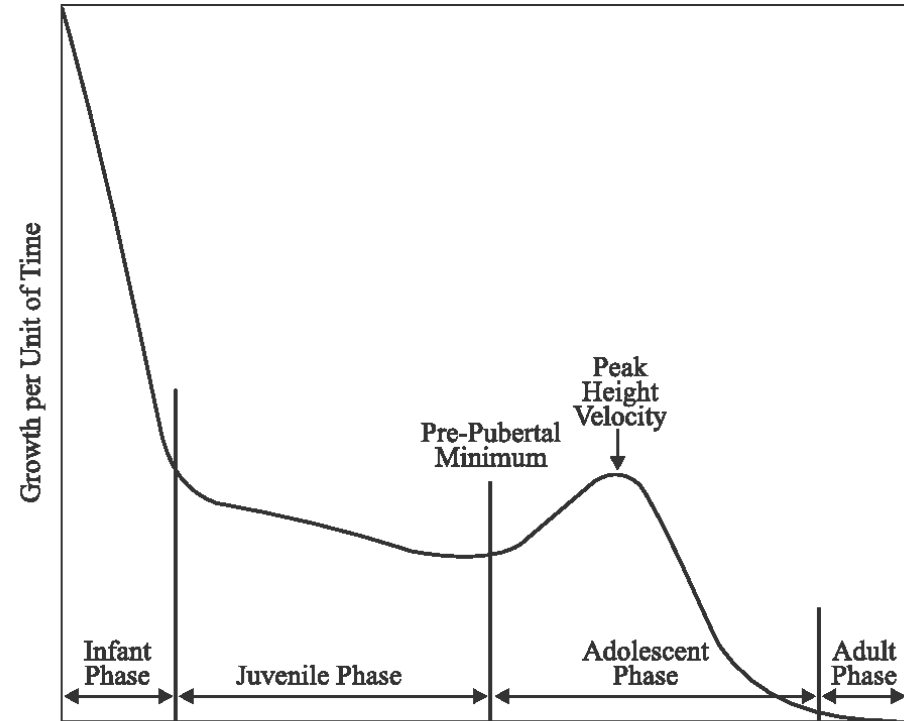
Růstový spurt je způsoben vylučováním-

- • pohlavních hormonů • růstového hormonu • IGF-I • přírůsteku hmotnosti u dívek --- v důsledku ukládání tuku. u chlapců --- kvůli svalovému růstu.



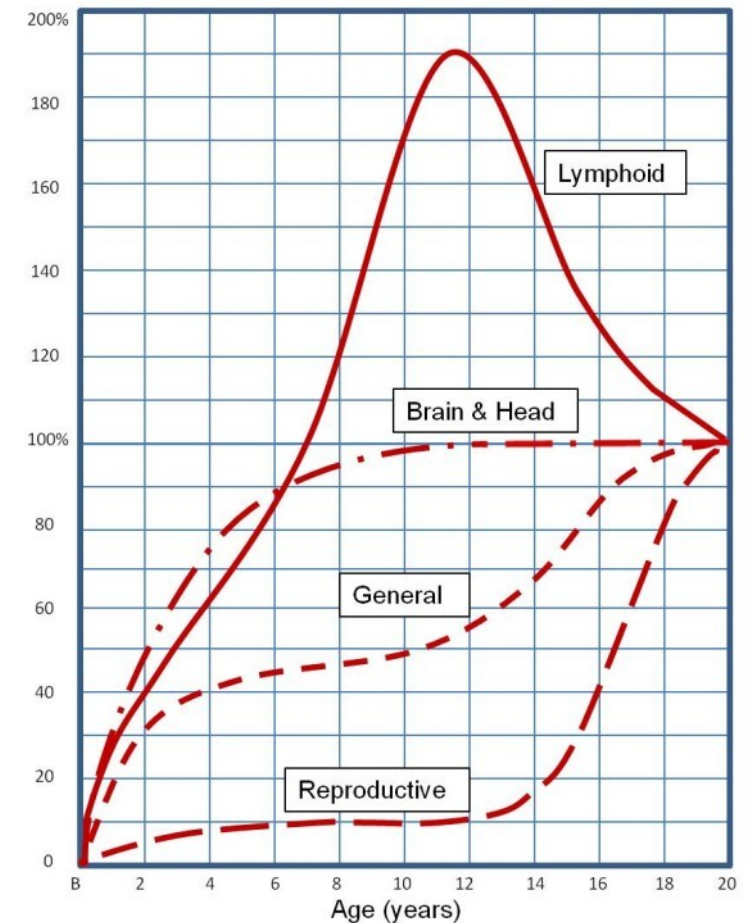
Druhé růstové zpomalení

- Pozorujeme po pubertě (16–20 let)
- • Tento typ růstu pokračuje až do věku 20 let.
- • Lze tedy pozorovat dva růstové spurty - I. v dětství. II. v pubertě a dvě růstová zpomalení – I. v dětství a II. po pubertě



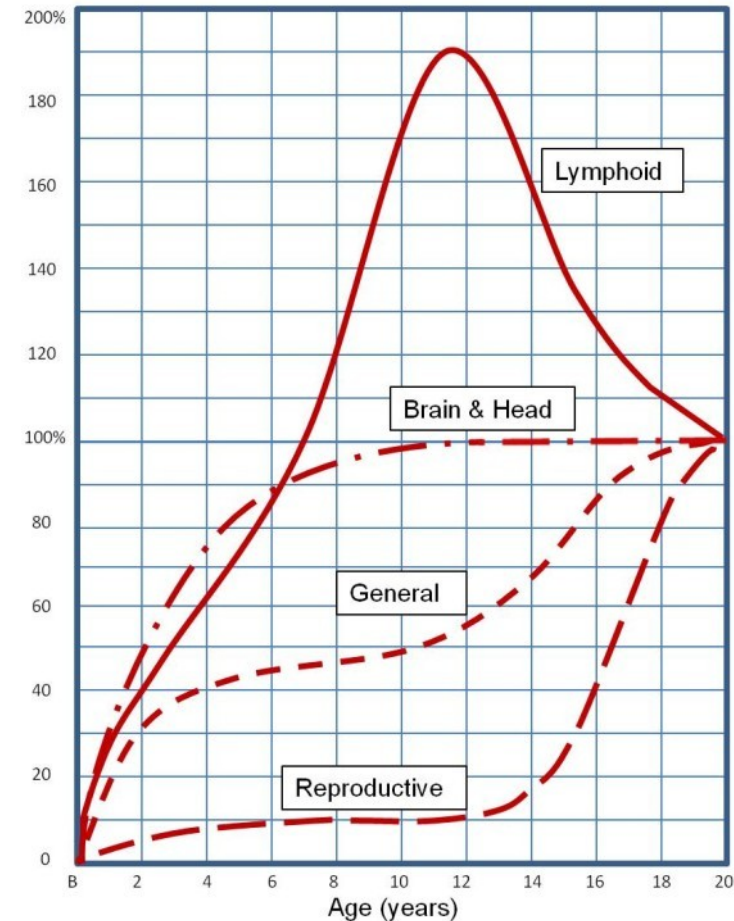
Neurální růst

- Ukazuje růst mozku, míchy a vizuálního aparátu.
- Rychlý růst po narození
- Na konci 1. roku má mozek již 60% adultní velikosti.
- Na konci 2. roku má mozek již 80% adultní velikosti
- Na konci 5. roku má mozek téměř 100% velikosti dospělých.
- Obvod hlavy je důležitý do 3–5 let.
- Počet neuronů se nezvyšuje.
- Zvětšuje se velikost neuronů, větví dendritů a počet synapsí. • Podvýživa v raném věku může ovlivňuje růst mozku.



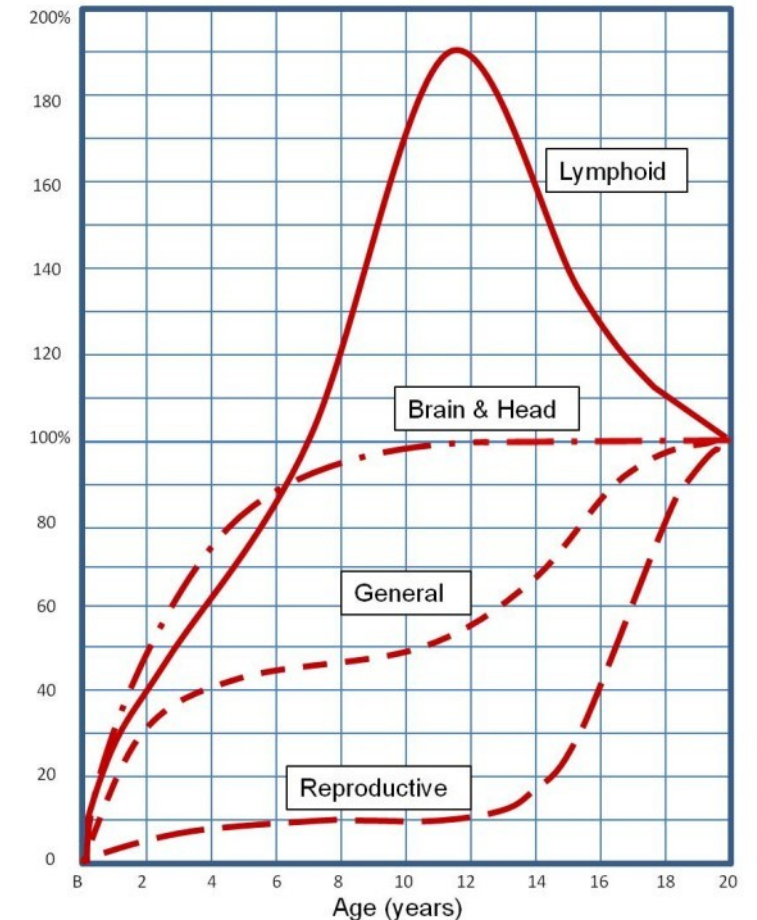
Lymfoidní růst

- Lymfatické orgány – nosní a krční mandle, brzlík, slezina, lymfatické uzliny a lymfoidní tkáň střeva
- Velmi rychlý růst během kojeneckého a dětského věku.
- Dosáhne maxima ve věku 10–12 let a poté klesá.



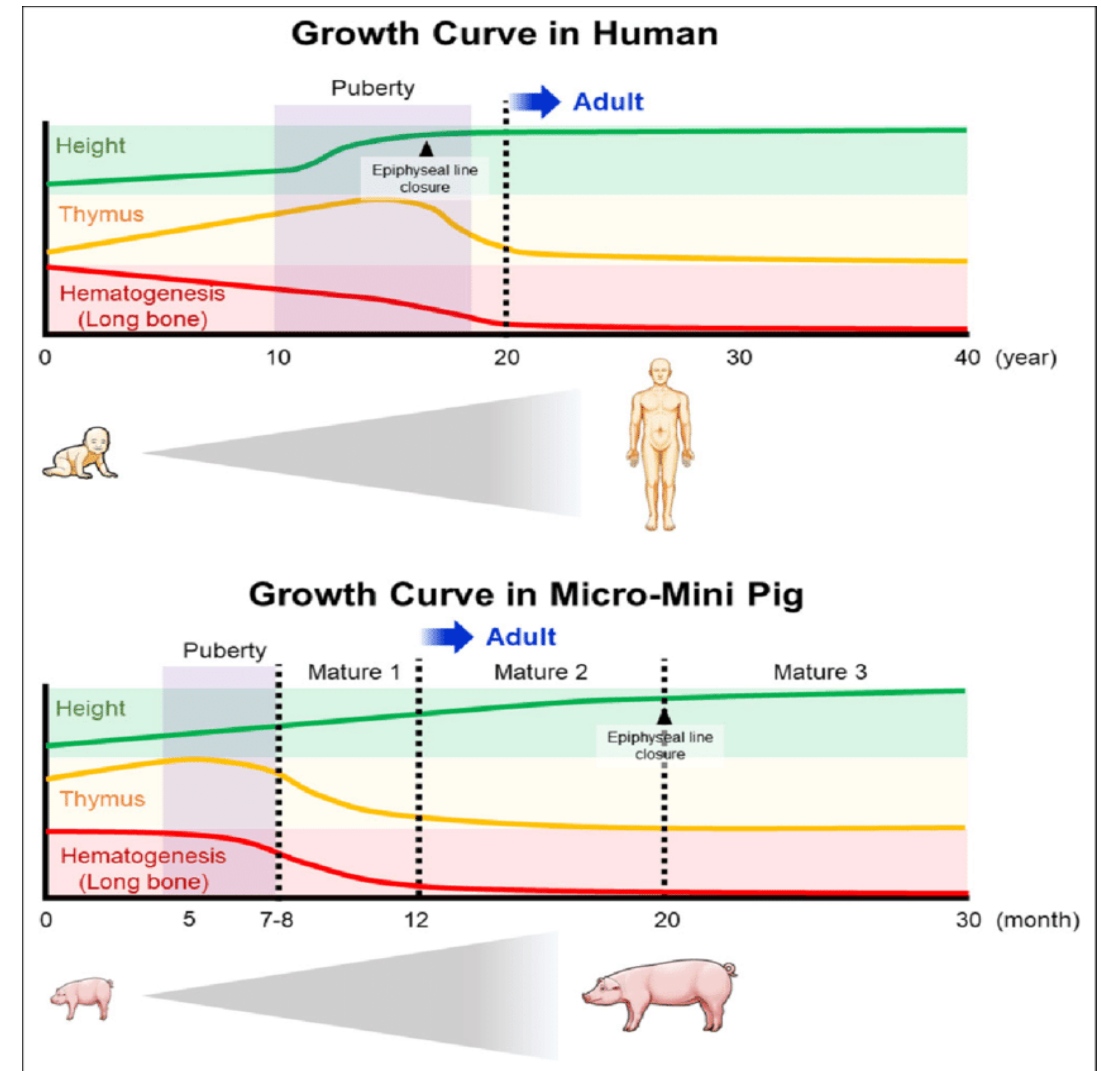
Reprodukční růst

- Reprodukční orgány - pohlavní orgány a sekundární reprodukční orgány.
- Růst rychlým tempem kolem puberty.
- Tento rychlý růst je způsoben vylučováním gonadotropních hormonů.
- Jiný typ růstu ukazují mají nadledviny a děloha, tyto orgány jsou při narození relativně velké, poté rychle ztrácejí váhu a znovu získávají svoji porodní váhu těsně před pubertou.



Faktory ovlivňující růst a vývoj – genetické faktory

- Nejdůležitější rozhodující faktor růstu.
- Do určité míry rozhoduje o výšce genová exprese.
- Děti vysokých a těžkých rodičů budou pravděpodobně mít stejnou postavu.
- Některé rasy jsou ve srovnání s ostatními vyšší.
- Rozdíl mezi muži a ženami.
- Zdá se, že adolescentní spurt je geneticky řízen prostřednictvím hypotalamu



Nutriční faktory

- Pro optimální růst je nutná vyvážená strava.
- Vyvážená strava musí být přiměřená nejen kaloriím, ale také proteinům, sacharidům, tukům, vitamínům, minerálům.
- Požadavky na růst se zvyšují během aktivních období růstu.
- Podvýživa a podvýživa v dětství odpovědný za zpomalení růstu.
- Pokud se nedostatek výživy prodlužuje, dochází k silnému zakrnění, které může být nevratné.
- Pokud je nedostatek výživy méně závažný a krátkodobě může být zakrnění reverzibilní obnovením normální stravy, což vede ke kompenzačnímu zvýšení rychlosti růst. Tomu se říká kompenzační růst (catch up)
- Mechanismy pro dohnání růstu nejsou známy, ale nedávné důkazy naznačují, že to může souviset s rychlostí diferenciací kmenových buněk v růstových ploténkách.

Podvýživa

- Podvýživa nerovnoměrně ovlivňuje růst různých orgánů a tkání
- Dieta ovlivňuje více svalů a tuků než kostí
- Zrání kostry je méně ovlivňováno než růst kostry
- Celkový růst mozku je potlačován více než myelinace
- Podvýživa v pubertě méně ovlivňuje pohlavní orgány běžně než jiné orgány.
- Z toho důvodu jsou Japonci narození v US vyšší než jejich krajané v Japonsku

Environmentální faktory

- Zahrnují intrauterinní (prenatální faktory) pro plod a postnatální faktory pro novorozence.

- Prenatální:

- Výživa matky
- Infekce matky
- Abusus u matky
- Onemocnění matky
- Hormonální poruchy matky

- Postnatální faktory:

- Růstový potenciál
- Nutrice
- Onemocnění dětského věku
- Fyzické prostředí
- Psychologické prostředí
- Kulturní faktory
- Socioekonomické faktory

Metabolický růst

- Růst je rovnováha mezi anabolismem a katabolismem
- Růst je způsoben anabolismem, pro který je energie poháněna katabolismem.
- Anabolismus bílkovin je podporován

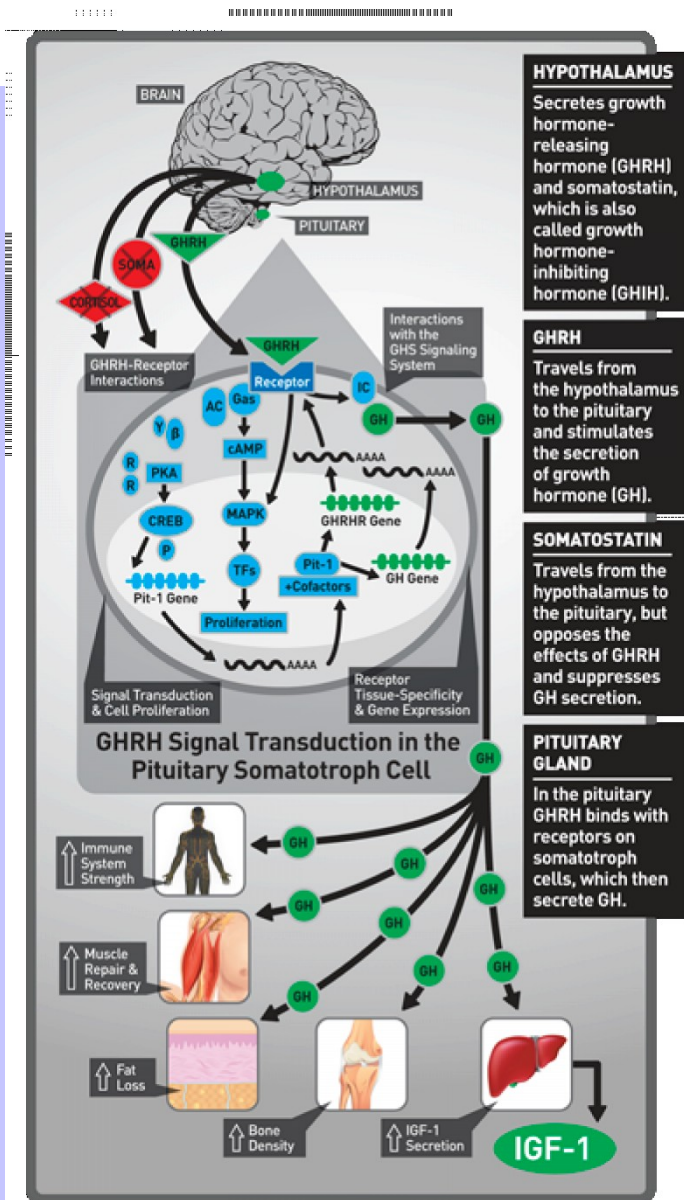
Růstovým hormonem

Hormony štítné žlázy

Inzulínem

- Katabolismus je podporován

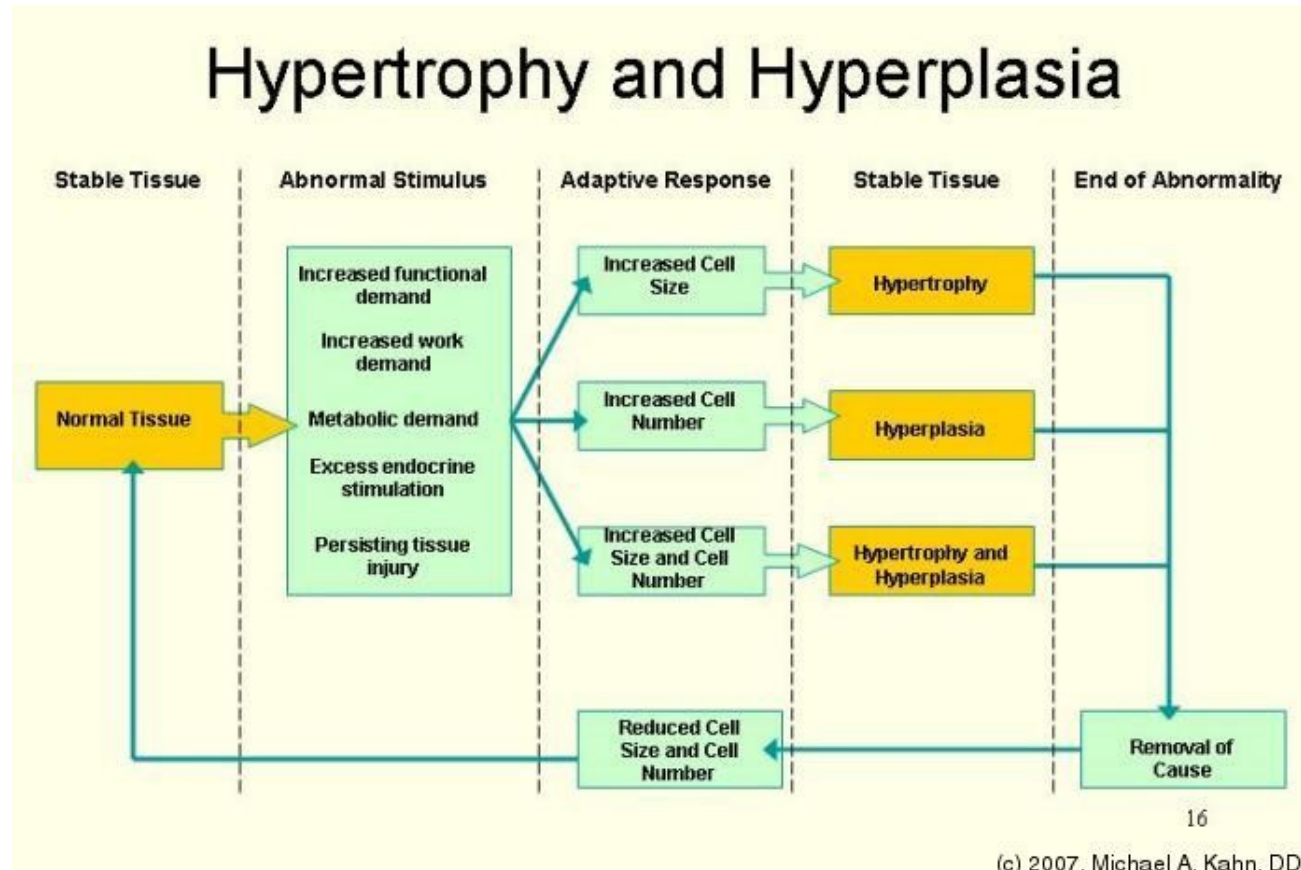
Glukokortikoidy vylučovanými kůrou nadledvin



Hormonální kontrola růstu

- RŮST HORMONŮ
- Sekrece - somatotropními buňkami přední hypofýzy
- Chemická struktura - Polypeptid (Mr22 kDa)
- Rychlost sekrece - kolem 1–2 mg denně a pulzující povahy
- Akce GH na jeho receptor - GH se váže na povrchový receptor buňky - > dimerizace 2 GH receptorů -> tvoří dimery -> aktivuje tyrosinkinázu a proteinkinázu na tyrosinových zbytcích. To také způsobuje fosforylaci receptoru.
- Důležité: Určuje výšku jedince během dětství podporou lineárního růstu kostry. Zvyšuje také velikost svalů, pojivových tkání, vnitřností podporou hyperplazie a hypertrofie buněk.

Poruchy růstu: hypertrofie, hyperplazie



Neotenie

- Neotenie u lidí je uchování juvenilních rysů až do dospělosti. Tento trend je u lidí výrazně zesílen, zejména ve srovnání se subhumánními primáty. Dospělí lidé se více podobají dětem goril a šimpanzů než dospělí. Mezi neotenické rysy hlavy patří kulová lebka; štíhlost kostí lebky; zmenšení hřebene obočí; velký mozek; zploštělá a rozšířená tvář; chybění vousů; málo vlasů; větší oči; tvar ucha; malý nos; malé zuby; a malá čelist (horní čelist)) a dolní čelist (dolní čelist).

Neotenie v extrémní formě je charakterizována růstovou dysregulací, kdy dojde ke značné desynchronizaci růstu a vývoje a značnému rozdílu mezi chronologickým a biologickým věkem.

Heterochronie

Heterochronie je definována jako „genetický posun v načasování vývoje tkáně nebo anatomické části nebo v nástupu fyziologického procesu ve vztahu k předkovi“. Heterochronie může vést ke změně tvaru, velikosti a / nebo chování organismu různými způsoby. Existují dva typy heterochronie, u nichž dochází ke změně načasování vývoje: ***paedomorphosis*** a ***peramorphosis***. Tyto termíny označují **zpomalení** a **zrychlení** vývoje. Vzhledem k tomu, že syndromy neotenie (jak je popsáno výše) jsou definovány jako retence juvenilních rysů do dospělosti, neotenické syndromy spadají pod ***paedomorphosis***, protože fyzický vývoj rysů je zpomalen.

Extrémně vzácná porucha – syndrom neotenie



Index patient



#3



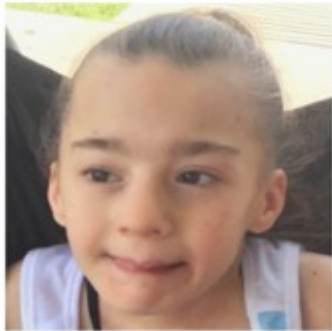
#8



#29



#36



#39



#40



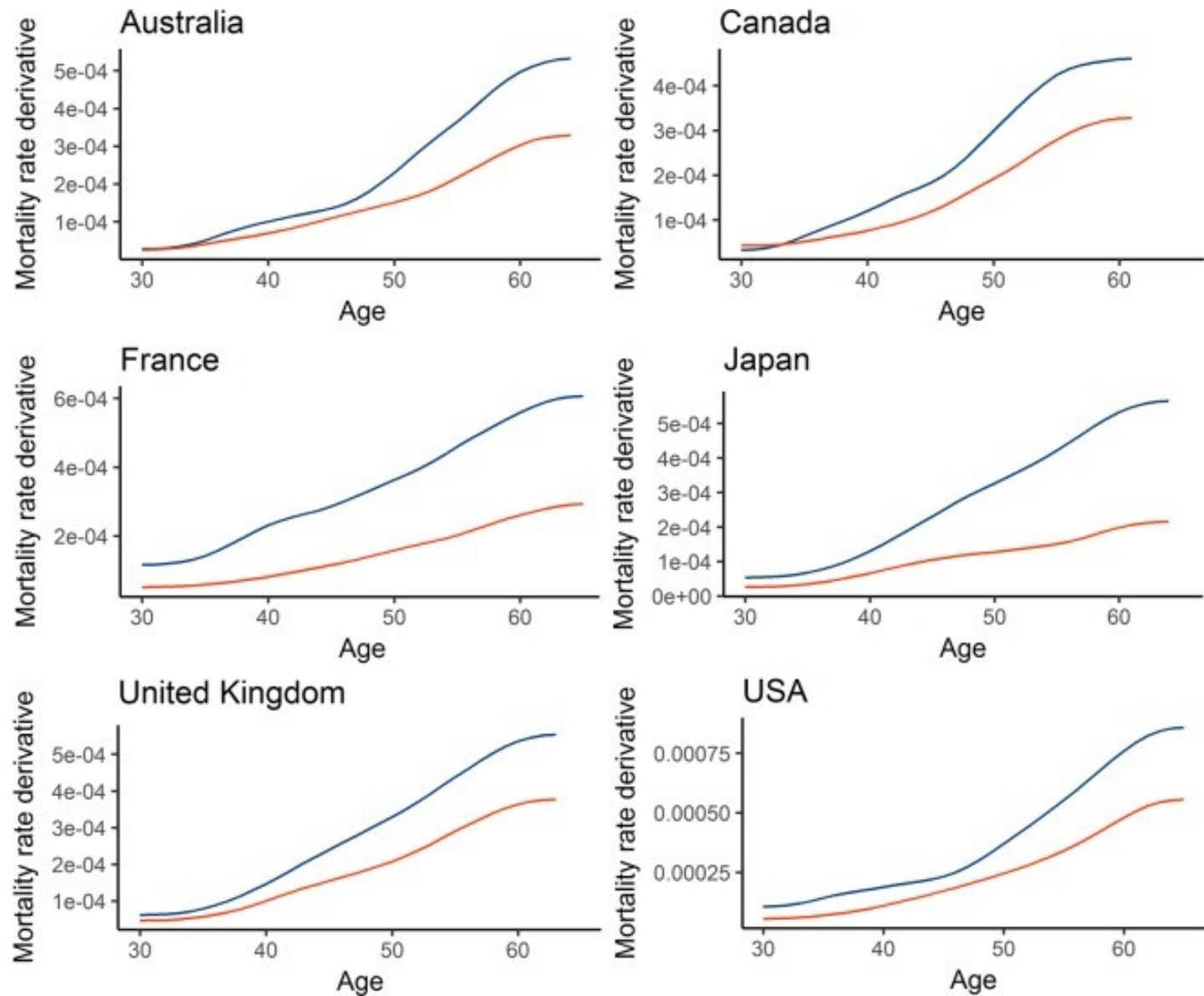
#44



<https://www.nature.com/articles/gim2017140>

Co je stárnutí?

„s věkem se zvyšující
pravděpodobnost úmrtí“

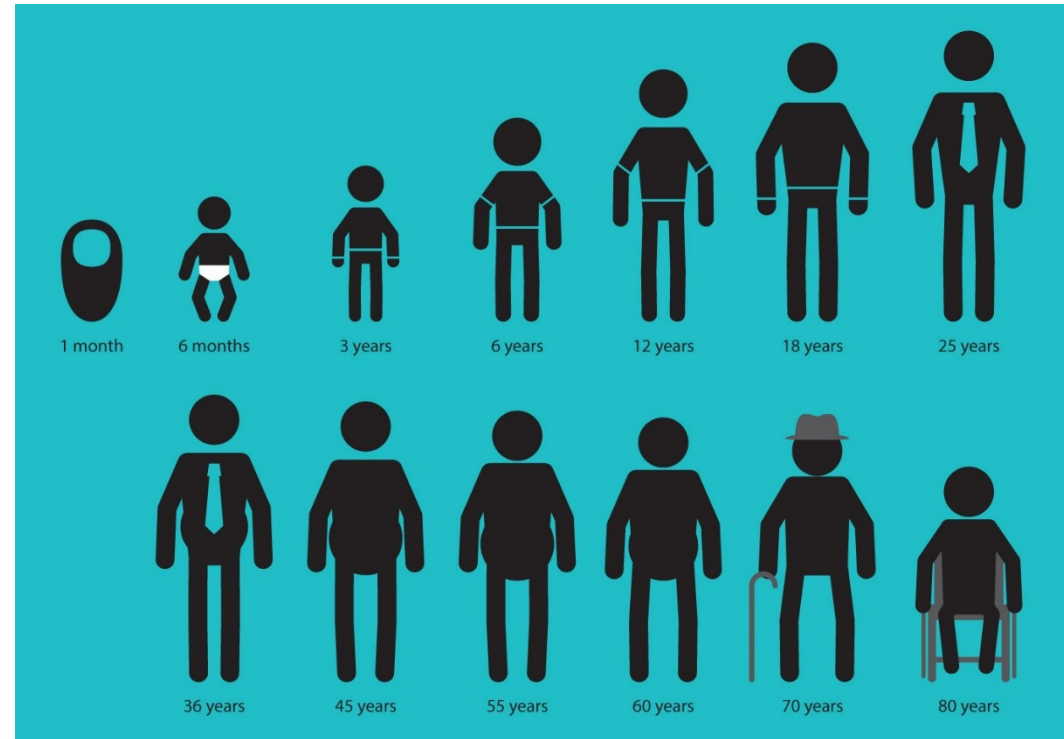


•[Male mortality rates mirror mortality rates of older females.](#)

Lenart P, Kuruczova D, Joshi PK, Bienertová-Vašků J. Sci Rep. 2019 Jul 22;9(1):10589. doi: 10.1038/s41598-019-47111-w.

Dělení dle WHO

- 60-74 let - ranné stáří
- 75-90 let - vlastní stáří
- 90 a více let - dlouhověkost



Vnitřní faktory ovlivňující stárnutí

- Vrozené činitele buněčného přežití
- Vrozené genetické a získané genové mutace vedoucí ke vzniku nemoci s následkem předčasné smrti
- Nemoci somatické a psychiatrické(!)



Vnitřní faktory ovlivňující stárnutí

Psychická výbava jedince

Povahové rysy, způsoby zpracování zátěžových situací, vyrovnání se s chorobou, stereotypy jednání, splněná přání, životní cíle



Zlomové životní události vyššího věku

- Osamostatnění dětí, převrácený poměr sil v rodině
- Vnoučata
- První brýle
- Menopauza
- Věkový handicap při hledání zaměstnání
- Odchod do důchodu
- Snížená fyzická i psychická výkonnost
- První chronické onemocnění
- Úmrtí rodičů, vrstevníků, partnera

Ovlivnitelné faktory zkracující život (1)

- Kouření – denně krabička cigaret= zkrácení telomer(chromozomální delění) o 18% ročně. Po 40 letech kouření to znamená předčasné biologické zestárnutí o 7,4 roku
- Socioekonomický status = 7 až 9 let (chudí lidé stárnou rychleji než bohatí)

Ovlivnitelné faktory zkracující život (2)

Obezita

BMI vyšší než 30 odpovídá zestárnutí chromozómů o zhruba 9 let

- Kalorická restrikce o 30-40% vede ke statisticky významnému prodloužení střední délky života. Musí být dlouhodobá, a hlavně – není spojena se změnou pohybové aktivity

Obecné charakteristiky stárnutí

- Individuální rozdíly v procesu stárnutí mezi jedinci
- Asynchronnost stárnutí jednotlivých systémů u téhož jedince
- Involutione(zanikání), regrese a úbytek struktur a funkcí

Obecné důsledky stárnutí

- Ztráta funkčních rezerv každého orgánu
- Pokles kompenzačních mechanismů
- Progresivní pokles somatické a psychické reaktivity
- Celkově snížená adaptabilita na změny vnějšího a vnitřního prostředí

Pojivová tkáň

KOLAGEN

- 1) větší tuhost šlach,
- 2) delší doba návratu k původní délce po natažení,
- 3) nižší maximální hranice natažení, kdy je ještě možná úplná regenerace.

ELASTIN

– vlákna ztrácejí vodu, třepí se a rozdělují, nakonec zanikají.

Pojivová tkáň

PROTEOGLYKANY

- tvoří základní substanci, do které jsou zapuštěny vláknité proteiny,
- důležitá úloha v chrupavkách, synoviální tekutině a kůži,
- stárnutí způsobuje ztrátu vody ze základní substance, a tím zvýšení hustoty a snížení objemu „gelu“ – tkáň se stává tužší a méně propustná pro živiny

Pojivová tkáň

Změny ve vlastnostech pojivové tkáně způsobují:

- zhoršení elasticity kůže,
- změny vztahu tlak / objem v plicích, srdci a velkých cévách,
- ruptury šlach,
- kloubní problémy, apod.



Tělesná výška

- dosažení maximální výšky v období 18-20 let u mužů, 16-18 let u žen
- pokles tělesné výšky od 40.věku života (změna struktury meziobratlových plotének - ztráta vody)
- pokles tělesné výšky je rychlejší u žen (častější výskyt osteoporózy)

Tělesná hmotnost

- zvyšování tělesné hmotnosti až do 50 let věku, potom pomalý postupný pokles (častý přírůstek tukové tkáně na úkor úbytku tkáně svalové)
- obsah vody: sval asi 70 %, tuk <25 %, postupný pokles celkové vody ve stáří až pod 50 % (normálně 60-65 %)



Kost

- vývoj kosti do 30 let, pak ztráta minerálů a kostní matrix
- tvorba (osteoblasty) / odbourávání (osteoklasty) – rozdíl nejen u různých kostí, ale i různé oblasti jedné kosti
- **příčiny změny:**
 - 1) hormonální faktory (STH, estrogeny, testosteron, kalcitonin a vit.D, parathormon),
 - 2) výživa (Ca ve stravě omezuje ztráty kostní tkáně),
 - 3) PA (mechanická energie-elektrická en.-aktivace osteoblastů v místě stresu a zvýšení hodnoty Ca).



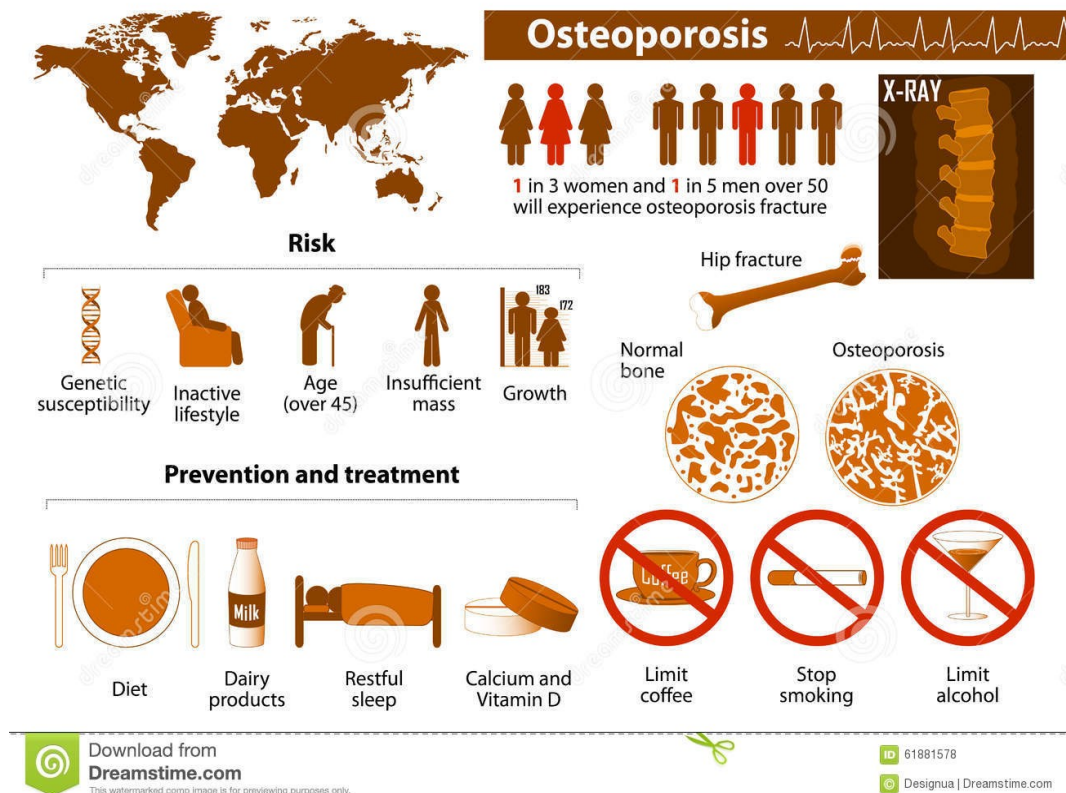
Kost

Osteoporóza – prevence:

dostatečná mineralizace kosti v mladém věku,

intenzivní pohybová aktivita,

v pozdějším věku pak silový trénink.



Sval

Změny ve svalové tkáni:

1) ukládání tuků a pronikání pojivové tkáně do svalu,

Sval

Změny ve svalové tkáni:

- 1) ukládání tuků a pronikání pojivové tkáně do svalu,
- 2) větší tuhost svalu v klidu,**

Sval

Změny ve svalové tkáni:

- 1) ukládání tuků a pronikání pojivové tkáně do svalu,
- 2) větší tuhost svalu v klidu,
- 3) pomalejší čerpání Ca do sarkoplazmatického retikula a menší relaxace antagonistů,**

Sval

Změny ve svalové tkáni:

- 1) ukládání tuků a pronikání pojivové tkáně do svalu,
- 2) větší tuhost svalu v klidu,
- 3) pomalejší čerpání Ca do sarkoplazmatického retikula a menší relaxace antagonistů,
- 4) zhoršení nervosvalového přenosu informace,**

Sval

Změny ve svalové tkáni:

- 1) ukládání tuků a pronikání pojivové tkáně do svalu,
- 2) větší tuhost svalu v klidu,
- 3) pomalejší čerpání Ca do sarkoplazmatického retikula a menší relaxace antagonistů,
- 4) zhoršení nervosvalového přenosu informace,
- 5) **úbytek svalových vláken typu II, snížení aktivity ATPázy,**

Sval

Změny ve svalové tkáni:

- 1) ukládání tuků a pronikání pojivové tkáně do svalu,
- 2) větší tuhost svalu v klidu,
- 3) pomalejší čerpání Ca do sarkoplazmatického retikula a menší relaxace antagonistů,
- 4) zhoršení nervosvalového přenosu informace,
- 5) úbytek svalových vláken typu II, snížení aktivity ATPázy,
- 6) obtížnější kontrakce jako důsledek ztráty elasticity a změn ve struktuře kolagenu.**

Sval

Změny ve svalové tkáni:

- 1) ukládání tuků a pronikání pojivové tkáně do svalu,
- 2) větší tuhost svalu v klidu,
- 3) pomalejší čerpání Ca do sarkoplazmatického retikula a menší relaxace antagonistů,
- 4) zhoršení nervosvalového přenosu informace,
- 5) úbytek svalových vláken typu II, snížení aktivity ATPázy,
- 6) obtížnější kontrakce jako důsledek ztráty elasticity a změn ve struktuře kolagenu.

Kardiovaskulární systém

Anatomické změny:

- zesílení stěny levé komory jako následek zvýšení systolického tlaku a zvýšení end-diastolického objemu,

- ztráta elasticity velkých artérií způsobuje:

1) zvýšení TKs,

2) změny v šíření pulzní vlny,

3) zvýšení tlaku, proti kterému musí být vypuzena krev do oběhu („afterload“),

- redukce tonu žil a tvorba varixů způsobující zvýšení kapacity žilního systému a zhoršení žilního návratu.

Kardiovaskulární systém

Tepová frekvence (TF)

- v klidu jen malé změny s věkem, postupný pokles TF_{max}
- zvýšení TF a spotřeby O_2 na začátku zatížení tak jako další zvyšování je pomalejší v porovnání s mladými jedinci (delší iniciální fáze)
- regenerace TF po zátěži je pomalejší

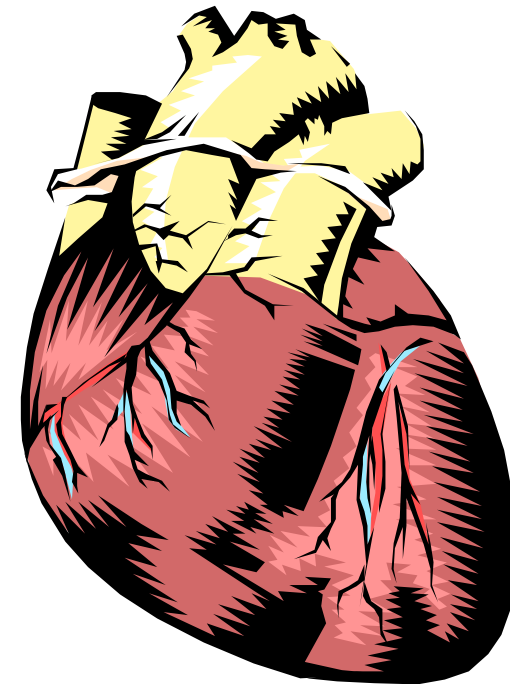
Kardiovaskulární systém

Tepový objem

- zvyšuje se při submaximální zátěži jako kompenzace snižující se TF_{max} (zesílení levé komory).

Minutový objem srdeční (Q)

- jen malé změny v klidu nebo při submaximální zátěži,
- postupný pokles Q_{max} (paralelně s poklesem VO_{2max}).

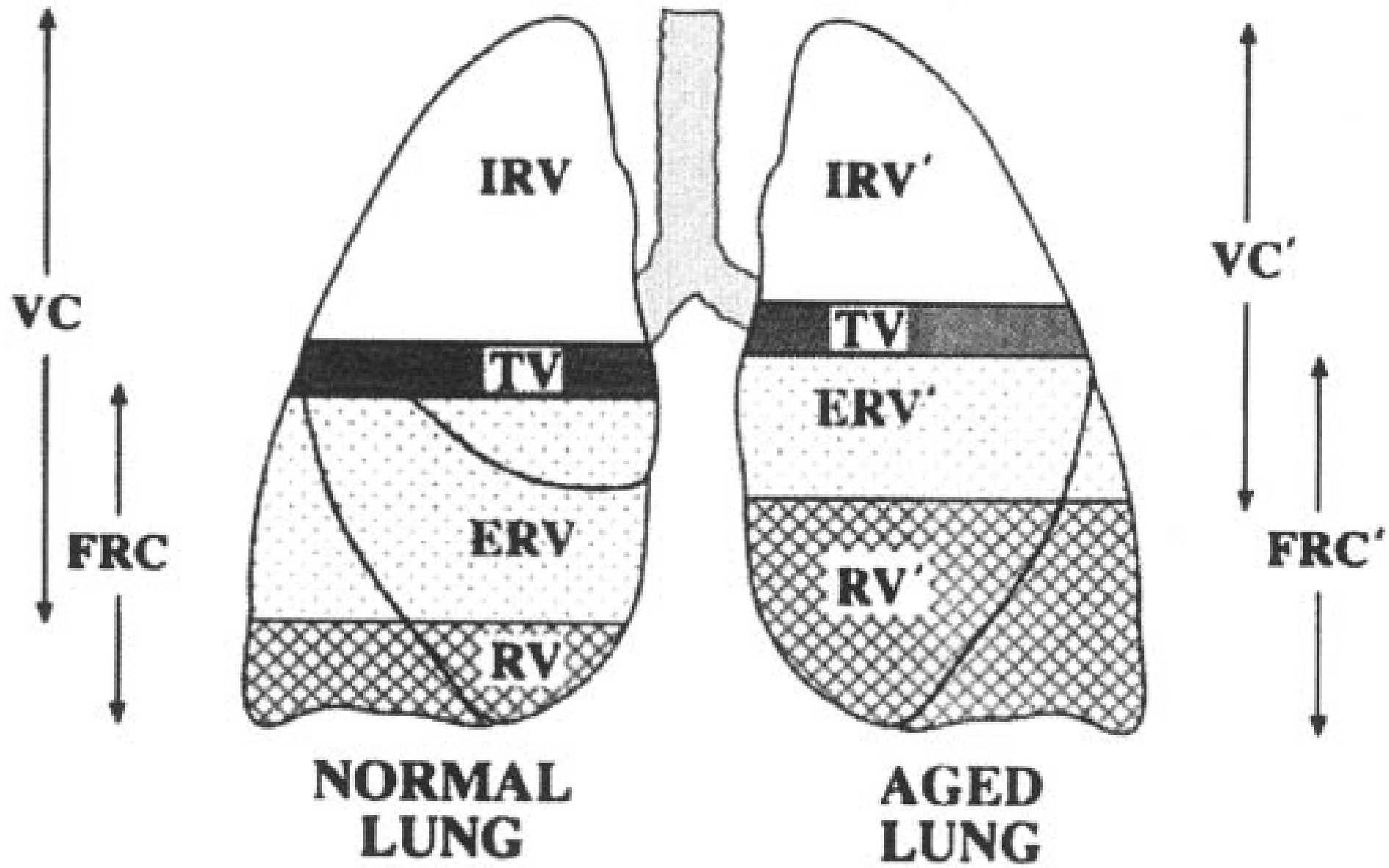


Respirační systém

Ztráta elasticity plicní tkáně a hrudní stěny.

Dechový objem v klidu (V_T), funkční reziduální kapacita (FRC), inspirační rezervní objem (IRV) a expirační rezervní objem (ERV) **se s věkem mění jen nepatrně.**

Celková plicní kapacita (TLC) **se nemění**, ale **zvětšuje se** reziduální objem (RV) a **klesá** vitální kapacita plic (VC).



Respirační systém

Dynamické plicní objemy:

Minutová ventilace plic (V_E/min)

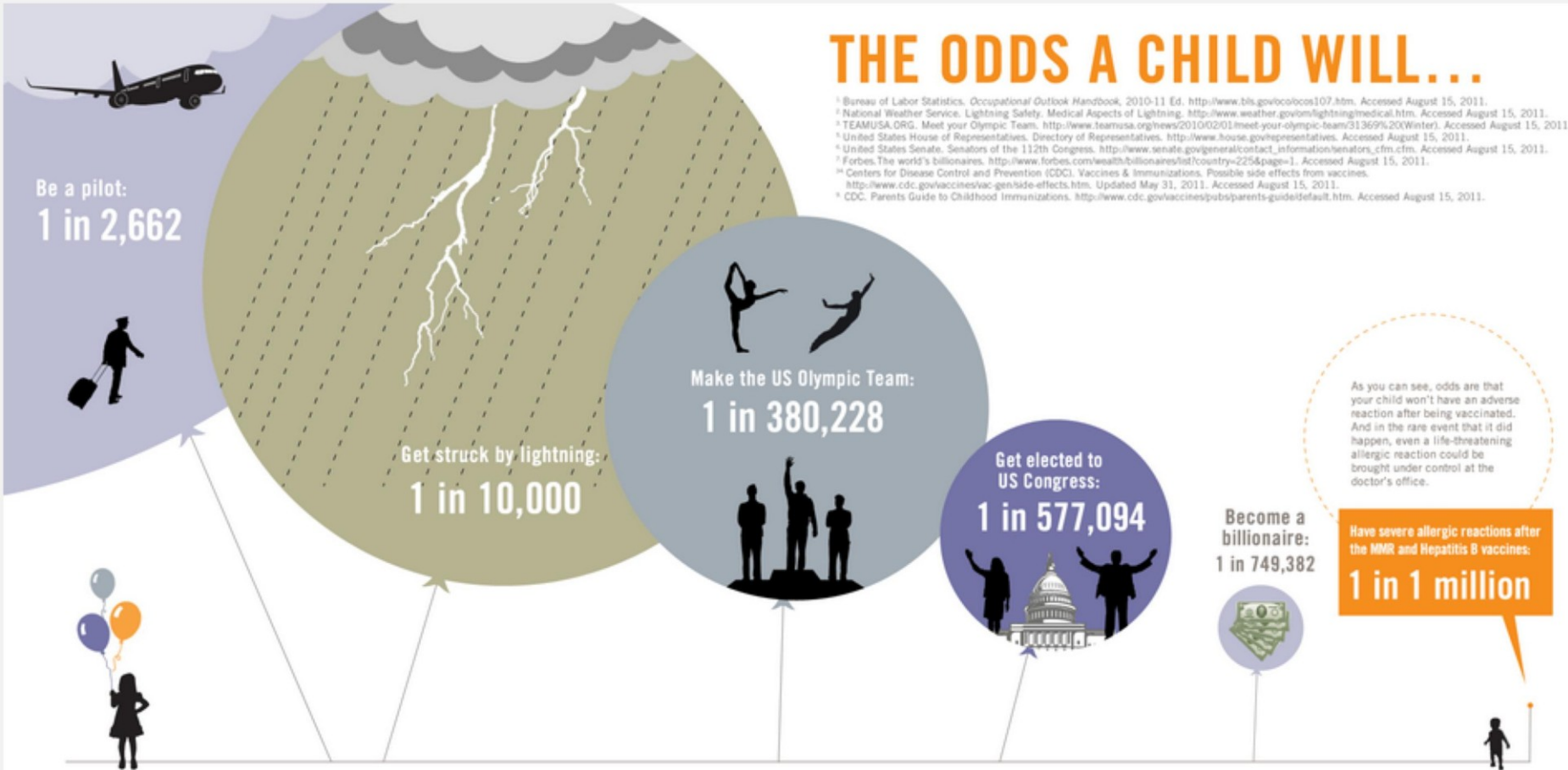
Maximální minutová ventilace (MMV)

Jednovteřinová vitální kapacita (FEV_1)

s věkem klesají.

Resumé

- Stárnutí je fyziologické
- Buňky se během života obměňují
- Dochází ale k celkovému opotřebení „wear and tear“



¹ Bureau of Labor Statistics. Occupational Outlook Handbook, 2010-11 Ed. <http://www.bls.gov/oco/ocos107.htm>. Accessed August 15, 2011.
² National Weather Service. Lightning Safety. Medical Aspects of Lightning. <http://www.weather.gov/lightning/medical.htm>. Accessed August 15, 2011.
³ TEAMUSA.ORG. Meet your Olympic Team. <http://www.teamusa.org/news/2010/02/01/meet-your-olympic-team/31369%20Winter>. Accessed August 15, 2011.
⁴ United States House of Representatives. Directory of Representatives. <http://www.house.gov/representatives>. Accessed August 15, 2011.
⁵ United States Senate. Senators of the 112th Congress. http://www.senate.gov/general/contact_information/senators_cfm.cfm. Accessed August 15, 2011.
⁶ Forbes. The world's billionaires. <http://www.forbes.com/wealth/billionaires/list/country=225&page=1>. Accessed August 15, 2011.
⁷ Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Vaccines & Immunizations. Possible side effects from vaccines. <http://www.cdc.gov/vaccines/vac-gen/side-effects.htm>. Updated May 31, 2011. Accessed August 15, 2011.
⁸ CDC. Parents Guide to Childhood Immunizations. <http://www.cdc.gov/vaccines/pubs/parents-guide/default.htm>. Accessed August 15, 2011.